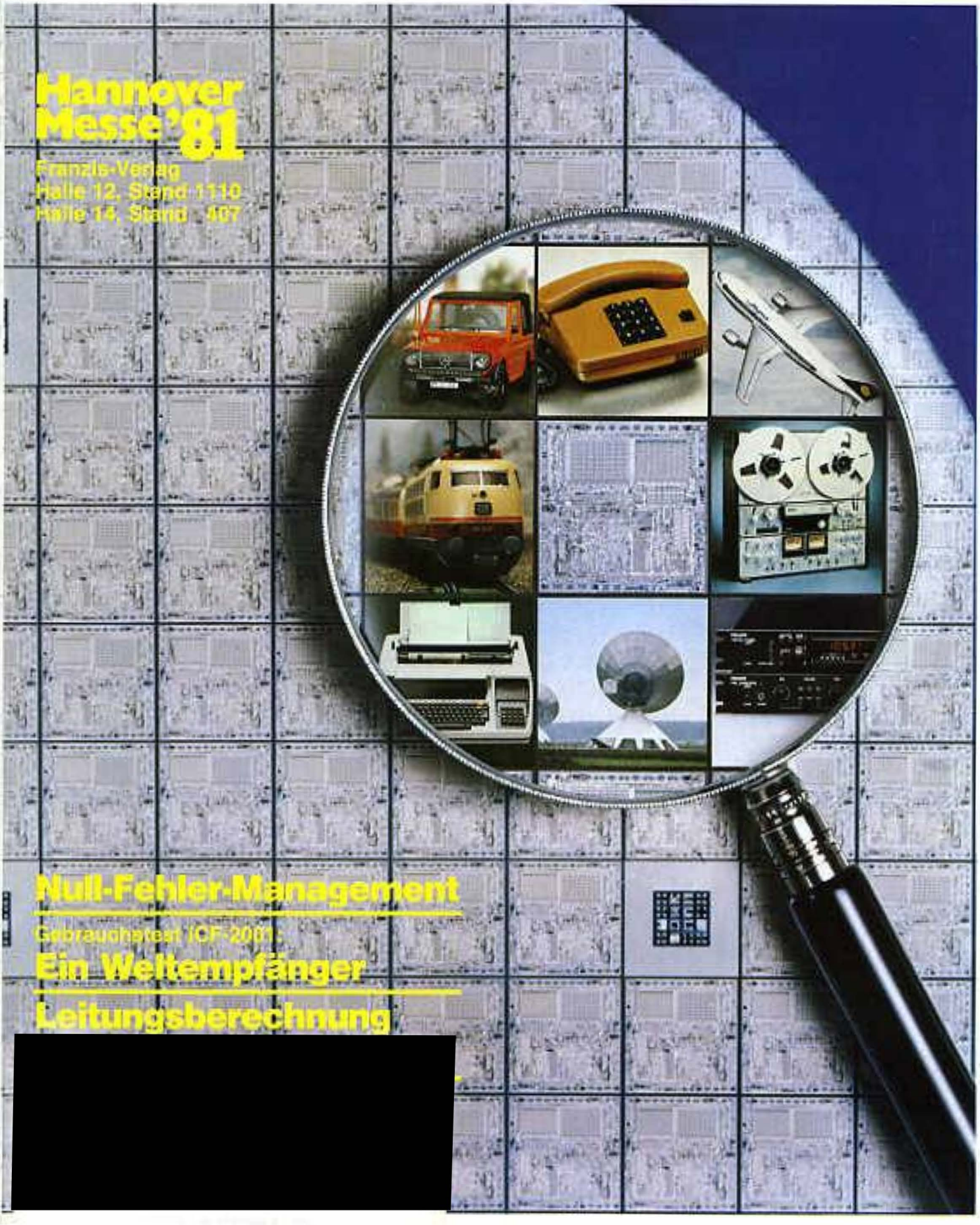
3. April 1981 · DM 4.– · öS 36.– · sfr 4.30 · Nr. 7

Funkschau

Rundfunk- und Fernsehtechnik, Elektronik, HiFi, Audiovision, Mikrocomputer



Hannover Messe '81

Franzis-Verlag
Halle 12, Stand 1110
Halle 14, Stand 407

Null-Fehler-Management

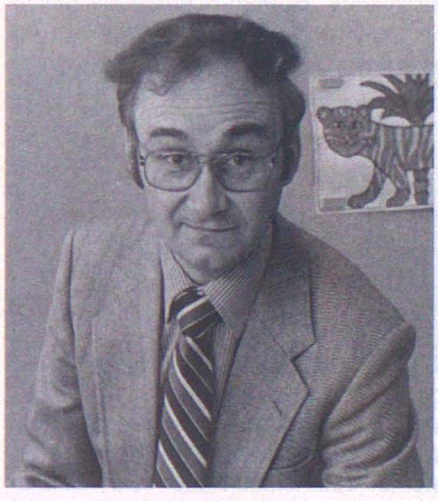
Gebrauchsanleitung ICF-2001:

Ein Weltempfänger

Leitungsberechnung

Die Auguren sind unter uns

Hannover-Messe – kaum ein Stichwort in der Branche löst so viele unterschiedliche Assoziationen aus. Es gibt langjährige „Hannover-Hasen", die schon Wochen vorher Alpträume haben und die vielleicht diesmal schon mit Magenschmerzen zur Weihnachtszeit geplagt waren: Eine Messeeröffnung am 1. April mutet eher wie ein Aprilscherz (und ein besonders schlechter dazu) an. Auf längere Sicht wird dieser ungewöhnlich frühe Termin eine Ausnahmeerscheinung bleiben: Er wird uns buchstäblich vom Vollmond diktiert – und den Rücksichtnahmen auf das Aufbau- und Standpersonal während der Osterfeiertage.



Hannover-Messe – das bedeutet auch Hotelnotstand, überfüllte Speiselokale, und elfstündiger Dauerstreß für Aussteller und Besucher, Journalisten eingerechnet. Wer sich nicht schon auf der Anreise ein Programm gemacht hat, geht unter (und das nicht einmal mit fliegenden Fahnen, sondern sang- und klanglos).

Hannover-Messe – das ist aber auch perfekte Organisation. Das fängt bei der vorbildlichen Verkehrslenkung an, die immer wieder von Experten aus vielen Ländern wegen ihrer Einmaligkeit studiert und bewundert wird. Egal, wie man anreist, ob mit öffentlichen Verkehrsmitteln, mit der Bundesbahn, per Flugzeug oder mit dem eigenen Wagen: Größere Probleme gibt es eigentlich nicht. Und das will bei einer Messe mit weit mehr als einer halben Million Besucher schon was heißen.

Hannover-Messe – das ist aber auch Eldorado für Auguren und Konjunkturprognostiker. Keiner will da zurückstehen, und in Zeiten schlechten Geschäftsgangs muten die Beschwörungsriten fast wie Gesundbeten an. Das Stichwort vom „Konjunkturbarometer" wird wohl das ganze Jahr nicht so oft im Munde geführt wie während der Messezeit. Mit Luchsaugen werden die Delegationen aus dem Ausland beobachtet: Wurden ernsthafte Gespräche geführt, hat man gar einen „Letter of Intend" dagelassen, wurde vielleicht ein kleiner Vertrag unterschrieben? Das Fernsehen – allgegenwärtig auf dieser Messe – braucht Stoff, und der soll natürlich signalisieren, daß es wieder aufwärts geht.

Das bringt die Messe in eine fatale Lage, weil Bedeutsames möglicherweise unwichtig, Unwichtiges aber möglicherweise bedeutsam wird. Was will man vom angereisten Wirtschaftsminister anderes an Aussagen erwarten, als daß die Zeiten schwierig sind und man von dieser Messe neue Impulse für die herbeigesehnte Konjunkturbelebung erhofft? Die FUNKSCHAU-Redaktion wagt schon heute die Vorhersage, daß alles auf der Messe gut laufen wird, was der besseren Organisation und Rationalisierung in Betrieb und Büro dient: Get the best for your money.

Jede andere Investitionsgüterschau auf der Welt wäre in der gleichen Lage, wenn ihr Messetermin so früh im Jahr liegen würde. Die Hannover-Messe, größte Investitionsgüterschau der Welt, zieht naturgemäß gerade wegen ihrer Größe besondere Aufmerksamkeit auf sich. Vielleicht sollte man den Auguren raten, den Aufschwung durch fleißiges Darüber-Schreiben herbeizubeten. Wenn aber die Innovationskraft der deutschen Industrie nicht Schiffbruch gelitten hat und sich der Staat nicht aus seiner Verantwortung auch für die Industrie herausstiehlt, sollten die Eigenkräfte eigentlich ausreichend sein, den „Grippeanfall" der Weltwirtschaft zu überwinden, auch wenn wir den Gürtel enger schnallen müssen.

Nehmen wir also die Messe als das, was sie primär ist: Ein Schaufenster des Leistungsstands – und nicht so sehr der Kaffeesatz für prognostische Gehversuche.

Klaus H. Knapp

Leitartikel
Die Auguren sind unter uns 3

Leserbriefe
..... 6

FUNKSCHAU aktuell
..... 8

Informationen
..... 52

FUNKSCHAU express
..... 59

Grundlagen
Null-Fehler-Management 63
Bauelemente in Theorie und Praxis
32. Teil 81

Elektronik
Integriert 66

Fernsehtechnik
Neuer Fernsehsender auf Grünten 66

Meßtechnik
Für Funk-Meßzwecke:
Meßempfänger ESH 3 67
Wobbelmeßplatz 69
Frequenzzähler bis 1,3 GHz 69
Funktionsgenerator 69

Stromversorgung
Auslegung eines Schaltnetzteiles 70

Nachrichtentechnik
Zugbahnfunk – Das größte zivile
Funknetz der Welt 73

Elektroakustik
Digitale Tonaufzeichnung 75
Dolby C kontra High-Com 76

Rundfunkempfänger
Gebrauchstest:
Weltempfänger ICF-2001 77

Berufswissen
Neues Berufsbild:
Staatlich geprüfter Techniker
der Fachrichtung Funktechnik
(Seefunk) 79
Attraktiver Staatsdienst 80

Funktechnische Arbeitsblätter
Wi 31: Festwiderstände, 2. Teil ... 83
Ot 51: Flüssigkristalle 66

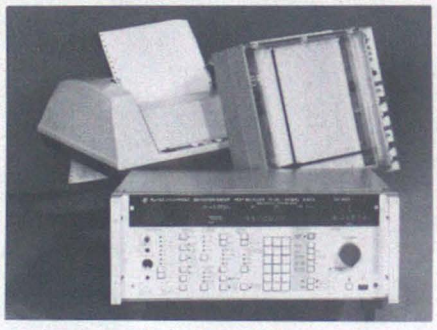
Null-Fehler-Management

Bei dem heutigen harten Konkurrenzkampf auf allen Märkten rücken zunehmend Produktmerkmale in den Vordergrund, die in Zeiten der Hochkonjunktur zugunsten eines hohen Warenausstoßes zurückgedrängt worden sind. Hierbei steht die Qualität der Produkte an erster Stelle – nicht zuletzt angeregt durch die anhaltende Japan-Diskussion und die dabei oft angeführten sehr niedrigen Ausfallquoten. Wir haben uns bei verschiedenen deutschen Firmen umgehört, wie man eine möglichst niedrige Ausfallrate in den Griff bekommt.

Seite 63

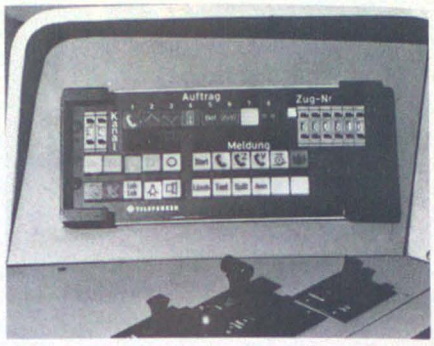
Meßempfänger

Der Meßempfänger ESH 3 von Rohde & Schwarz ist ein systemfähiges Meßgerät für den Frequenzbereich 10 kHz bis 30 MHz. Eine IEC-625-Schnittstelle macht es besonders für den Anlagenbereich



geeignet, wobei das gesamte Anwendungsfeld der Nutz- und Störsignalmessung abgedeckt wird. Mikroprozessorsysteme übernehmen hier die Gerätesteuerung und Ergebnisaufbereitung, so daß die peripheren Rechnersysteme entlastet werden. Dadurch kann der Aufwand an Software auf der Controller-Seite erheblich reduziert werden.

Seite 67



Zugbahnfunk

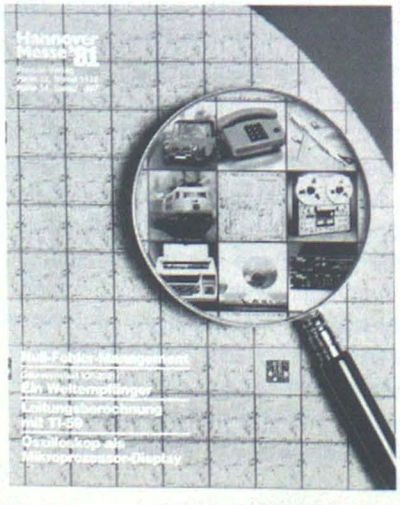
Nach seiner Fertigstellung wird das Zugbahnfunksystem der Deutschen Bundesbahn 13 000 Streckenkilometer oder rund die Hälfte des Bahnnetzes funkmäßig erfassen. Dabei wird es sich dann um das längste und dichteste zivile Funknetz der Welt handeln, das etwa 2000 Feststationen umfaßt und die Bahn bisher rund 450 Mio. DM kostete. Die technische Entwicklung begann 1952 als Kooperation zwischen dem Bundesbahn-Zentralamt München und AEG-Telefunken. Die Einführung dauerte dann noch bis 1971; seither läuft der Ausrüstungsplan zügig ab.

Seite 73

Digital

Auch in der Unterhaltungselektronik gewinnt die digitale Tonaufzeichnung immer stärker an Bedeutung. Unser Beitrag behandelt die beiden wichtigsten Verfahren für die Digitalisierung von Tonsignalen – nämlich die Delta- und die Pulscode-Modulation –, ihre Vor- und Nachteile sowie die erzielbare Qualität. Gleichzeitig wird deutlich, daß im Vergleich zur Analogaufzeichnung für die digitale Speicherung eine erheblich größere Bandbreite erforderlich ist – der Preis für den hohen Störabstand.

Seite 75



Zum Titelbild

Mikroelektronik durchdringt in steigendem Maße die Welt, in der wir leben, und häufig benutzen wir – ohne es zu ahnen – Industrieerzeugnisse und Dienstleistungen, die ohne Mikroelektronik nicht denkbar wären. Die Spitzenerzeugnisse unserer Technik brauchen die Mikroelektronik, um auf den Weltmärkten wettbewerbsfähig zu sein, denn nur mit dem Erlös der Exporte können Waren eingeführt werden, ohne die ein rohstoffarmes Land wie die Bundesrepublik seinen hohen Lebensstandard und seine soziale Sicherheit nicht erhalten kann.

(Aufnahme: Valvo)

Weltempfänger

Mit dem Typ ICF-2001 stellt Sony ein Gerät einer neuen Generation von Weltempfängern vor: klein, leicht, mit digitaler Frequenzabstimmung und verhältnismäßig preiswert. Diese Eigenschaften klingen so verlockend, daß die Händler der Nachfrage nach dem ICF-2001 in der ersten Zeit kaum nachkommen

konnten. Wie sich das Gerät in der Praxis bewährt, welche Empfangsergebnisse zu erzielen sind und welche Wünsche offenbleiben, können Sie in unserem Gebrauchstest lesen.

Seite 77

Doppel-Super-Servo

Um extrem niedrige Frequenzen und Gleichstromkomponenten im übertragenen Signal zu unterdrücken, arbeiten verschiedene Verstärker von Onkyo mit der sogenannten Doppel-Super-Servo-Technik: Sie haben neben der üblichen Gegenkopplung eine zusätzliche Gegenkopplungsschleife, die aus einem Tiefpaßfilter, einem hochstabilen Verstärker und einer Phasenumkehrstufe

besteht. Unerwünschte Frequenzen unter 2 Hz können dieses Filter passieren, werden verstärkt und mit umgekehrter Phasenlage dem Eingang zugeführt. Auf diese Weise erreicht man eine Störspannungs-Verminderung von 3 dB bei 2 Hz und von 90 dB bei 0 Hz.

Seite 93

Mit Mikrokassette

Vor kurzem erfolgte die weltweit gültige Normung der Mikrokassette in bezug auf Abmessungen und mechanischen Aufbau. Das bestätigt die Aktualität dieses Tonträgers, der dem Trend nach Miniaturisierung im Audiobereich entgegenkommt. Anfänglich nur in Diktiergeräten eingesetzt, wurde es durch kontinuierliche Verbesserungen möglich, auch bei Mikrokassetten HiFi-Qualität zu erreichen. Ein Beispiel dafür ist der Mikrokassetten-Recorder RD-XM 1 von Sanyo.

Seite 96

Leitungsberechnung

Die Rechenverfahren zur Berechnung von Dämpfung, Phasenverschiebung und Impedanztransformation einer Hochfrequenzleitung zeichnen sich normalerweise nicht gerade durch Einfachheit aus. Die Verwendung eines programmierbaren Taschenrechners – wie hier des TI-59 – nimmt den Formeln jedoch viel von ihrem Schrecken.

Seite 97

Video-Display

Video-Displays sind noch immer relativ teuer. Wenn aber bereits ein Oszilloskop vorhanden ist, liegt es nahe, dieses als Display für einen Mikroprozessor zu verwenden. Unsere Bauanleitung beschreibt eine modern konzipierte Schaltung, die auf zwei doppelt kaschierten Europakarten aufgebaut werden kann.

Seite 105

Elektroakustik mit HiFi

Internationale Standardisierung der Kassettentonbänder 91
HiFi in „Doppel-Super-Servo"-Technik 93
Frankfurter Musikmesse 95
Die Mikrokassette wird HiFi-tauglich 96
Plattenpflege 96

Mikrocomputer

Leitungsberechnung mit dem TI-59 97
Kassettenverwaltung für den CBM 102
Zusätzliche Speicherplätze beim SR-52 103
Know-how unter Wert verkauft 103
Kassetten-Listing mit AIM-65 104

Praxis & Hobby

Oszilloskop als Mikroprozessor-Display 105
Schaltungskniff: Konstantstrom-Zweipol 110

Werkstattpraxis

Kontrast zu schwach 111
Hohe Anforderungen 111
Bild zittert 112
Reparaturrahmen in verbesserter Ausführung 112

Rubriken

Neue Druckschriften 113
Hannover-Markt 14
Neuheitenmarkt 22, 117
Impressum 12

letzte nachricht... letzte nachricht... letzte nachr

Die Anscom Co., Consulting-Unternehmen auf dem Gebiet der Kommunikation, entwickelt gegenwärtig ein dreidimensionales Fernsehsystem unter Verwendung eines computergesteuerten Signalprozessors im Fernsehgerät.

Dem Rechner fällt dabei die Aufgabe zu, das eingehende Videosignal so zu bearbeiten, daß der Eindruck eines 3-D-Bildes entsteht. Ein erstes Labormuster soll von einer Fernsehstation in Sydney bereits getested worden sein.

Das DOTS (Digital Optical Technology System) genannte Verfahren ist mit heutigen Fernsehgeräten kompatibel und kann später ohne Zusatzbrille benutzt werden. Einsatzfähig soll es Mitte der achtziger Jahre sein.

Defizit in Kreativität?

FUNKSCHAU 1981, Leitartikel Heft 3

Sie schreiben allerhand über den Pessimismus in der deutschen Elektronikindustrie. Doch welcher europäische Arbeiter möchte sein Schicksal mit dem eines Japaners tauschen? Mir scheint, die deutsche Industrie hat ihre beste Waffe selbst verdorben, die Qualität. Wo ist die Zeit, da man in der ganzen Welt blindlings Ware „Made in Germany" kaufte?
Ich bin überzeugt, daß der Preis nicht immer bestimmend ist, solange man gute Erzeugnisse für sein Geld bekommt.

W. Taminiaux, Brüssel

□

Fernseh-DX über den Atlantik

FUNKSCHAU 1981, Heft 3, Seite 59

Kurzzeitiger Weitempfang von Fernsehsendern im Band I (48 bis 68 MHz) an Sommertagen wurde auch 1980 wieder öfter beobachtet. Es handelt sich dabei um Reflexionen an der sporadischen E-Schicht der Ionosphäre in etwa 120 km Höhe. Diese Schicht ermöglicht bekanntlich gute Übertragungsverhältnisse auf innereuropäischen Entfernungen, ihre Entstehung kann immer noch nicht einwandfrei erklärt werden.
Beobachtungen mit schönen Fotos von Schirmbildern der Fernsehsender in Deutschland (Grünten), Frankreich und der UdSSR machte der schottische Funkamateur GM4IHJ während des ganzen Tages am 28. 6. 80, die deshalb bemerkenswert sind, da eine gleichzeitige, starke negative Beeinflussung des Empfangs vom Amateurfunk-Satelliten AMSAT-OSCAR 8 Mode J auf Zentimeter-Wellen festgestellt wurde.
In diesen Jahren der maximalen Sonnenflecken ist auch die kritische Grenzfrequenz der 200 bis 400 km hohen F_2-Schicht in der Ionosphäre oft so hoch, daß kurzzeitig Überseeempfang von Fernsehstationen im Band I möglich wird. Bereits in der Frühzeit des Fernsehens wurde in den Jahren 1937 und 1938, die ebenfalls in einem Maximum der 11jährigen Sonnenfleckenperiode lagen, in Riverhead, U.S.A. eine Reihe von Bildschirmfotos der Fernsehsender London, Berlin und Paris mit 7 m Wellenlänge gemacht.
Die halbe Weglänge beträgt dabei 2700 km und entspricht einer von Kurzwellenübertragungen bekannten Wegstrecke. Dabei entsteht natürlich kein sauberes Bild wegen der Überlagerung verschiedener Reflexionswege. Nicht selten überträgt die Ionosphäre auch noch Frequenzen bis 60 MHz und ermöglicht Amateurverkehr im 5-m-Band.
Die Ursache der Überreichweiten im Bereich III (VHF) sind im allgemeinen nicht in der Ionosphäre zu suchen, sondern in den erdnahen Schichten der Troposphäre. Hier kommt es gelegentlich bei besonderer Wetterlage, meist im Herbst, zu einer Wärmeschichtung, die eine starke Beugung der Wellen zur Folge haben kann.

Ernst Fendler (DL1JK), Adenstedt

□

Die Mini-disk kommt bestimmt!

Wer sich noch an die Einführung der LP erinnert, weiß, was mit der Schellackplatte passierte. Sie war einfach nicht mehr anzuhören im Vergleich zur neuen LP. Das gleiche wird demnächst wieder passieren. Weil ich mit Bedauern an die vielen tausend Mark in LPs in meinen Regalen denke, wünsche ich mir folgende zwei Geräte von der Industrie:
Einen flachen Vorverstärker-Expander für unter dem Plattenspieler mit Eingängen MM, MC, Tuner und Aux. Sensitivity MM 2 mV, Übersteuerungsfestigkeit, Expansion ca. 1:1,3. Dazu einen PCM-Adapter für den Kassettenrecorder.
Die PCM-Platte wird der klangliche Standard sein, daran gemessen werden die LPs und alle heutigen Kassettenrecorder Schrott sein, und die Verbraucher werden das schnell merken. Die Einführung des neuen Systems wird leichter sein, wenn man sein bestehendes HiFi-System aufwerten kann, damit die Investition nicht gleich ganz zum Teufel ist.

Ulrich Schaumann, Wermelskirchen

□

Benutzerfreundliche Phonogeräte

FUNKSCHAU 1981, Heft 2, Leserbrief Seite 6

Mit Interesse lasen wir die Zuschrift Ihres Lesers Norbert Hess. Sicherlich wird es auch andere Leser interessieren, daß sich unsere Plattenspielermodelle CS 606 und CS 626 (Vorgänger CS 604 und CS 621) von einem Techniker problemlos auf die Geschwindigkeit 78 U/min umstellen lassen. Der Zeitaufwand beträgt etwa eine Viertelstunde.

Dual Gebrüder Steidinger, St. Georgen

□

Titelbild

Ihre Zeitschrift hat in meiner Abonnementszeit schon mehrmals ihr Erscheinungsbild geändert und hat meines Erachtens momentan eine moderne, übersichtliche Aufmachung. Die Gestaltung des Titelbildes halte ich jedoch, wenn ich den Reiz des Neuen unterdrücke, für einen Rückschritt.

Reinhard Lachs, Hamburg

Notsignale

FUNKSCHAU 1981, Heft 1, Leitartikel Seite 3

Die technischen Berufe stehen nicht deshalb nicht mehr hoch im Kurs, weil man die Ingenieure für gewisse Unzulänglichkeiten in der Umwelt verantwortlich macht oder weil das Bildungssystem teilweise versagt hat oder weil die technische Materie komplizierter geworden ist. Die technische Fortschrittseuphorie, die frühere Generationen begeistert hat, ist einfach weg – das ist der Hauptgrund! Und es ist auch verständlich, warum sie weg ist: Die Technik ist in die Hände von Kräften geraten, die keine Hemmungen haben, sie auch in sehr zerstörerischer Weise zu mißbrauchen. Um nur einige Punkte zu nennen: Atombombe, Umweltverschmutzung und -vergiftung, Zersiedelung und sinnlose Wäldervernichtung.
Hinzu kommt Ihre sehr richtige Erkenntnis, daß die Menschheit nicht in nennenswertem Umfang zu freiwilligem Verzicht zu bewegen ist. Das heißt aber: Der Techniker ist heute nur noch der Büttel, um die wachsenden Ansprüche von immer mehr Milliarden von Uneinsichtigen und Verwöhnten bei ständig knapper werdenden Energie- und Rohstoffreserven zu befriedigen. Das ist ein Wettlauf, den keine Technik gewinnen kann, mit oder ohne Zukunftsprogramm.

Paul J. Muenzer, München

Selten habe ich einen so treffenden Artikel gelesen, der auf brillante Weise Bildungspolitik, Inhumanität, Energieverbrauch, Lebenserwartung und Technik-Positivismus verbindet. Herr Knapp schätzt die Fakten richtig ein: Es fehlt an der Steuerung, an der Führung. Es müssen wieder die ursächlichen und wahren Zusammenhänge erkannt werden.

Günther Abraham, Berlin

Industrie

Die britische Racal Electronics hat in Schottland zwei neue Tochtergesellschaften gegründet. Die Racal-Microwave wird sich mit Mikrowellenkomponenten und Oberflächenakustik beschäftigen, die Racal-Radar wird das Radargeschäft führen.

Die Varta AG hat 1980 ihren Umsatz um 10 % auf über 1,5 Mrd. DM hochschrauben können. Dieser Zuwachs kam vor allem aus dem Ausland: Das internationale Geschäft hat mittlerweile einen Anteil von fast 60 %. Den höchsten Zuwachs unter den Produkten verzeichnete die Sparte Gerätebatterien, wo 18 % mehr umgesetzt worden sind. Größter Bereich sind nach wie vor die Starterbatterien, deren Anteil am Gesamtvolumen rund 44 % beträgt.

Olivetti kauft sich munter in neue Technologien ein. Jetzt wurde eine Minoritäts-Beteiligung an der Data-Terminalsystems in Maynard (Mass.) erworben. Die beiden Firmen wollen auf dem Gebiet der Kassenterminals zusammenarbeiten.

Rund 1400 Bandgeräte in unterschiedlicher Ausstattung wird Studer-Revox im Rahmen eines 5-Jahres-Vertrages an den nationalen indischen Rundfunk „All India Radio" liefern. In der ersten Phase kommen die Geräte noch aus Regensdorf, später werden die Geräte in Indien teilgefertigt und montiert.

National Semiconductor und die Sagem (Paris) unterzeichneten einen „Second Sourcing"-Vertrag über Entwicklung, Fertigung und Vertrieb von 256K- und 1MB-Bubble-Memories. Die Eigenproduktion bei Sagem soll Mitte des Jahres aufgenommen werden.

Zum 1. März ist bei den Olympia-Werken in Wilhelmshaven ein Sozialplan inkraftgesetzt worden, der für rund 1300 Mitarbeiter in den drei Werken Wilhelmshaven, Leer und Norden ausgearbeitet wurde. Über den finanziellen Umfang wurde nichts verlautet. Der Weltumsatz der zum AEG-Konzern gehörenden Olympia-Werke hat im vergangenen Jahr erstmals die 1 Mrd.-Schwelle überschritten. Wesentlichen Erfolg daran hat die seit Herbst 1979 produzierte elektronische Schreibmaschine. Die Feststellung des Ergebnisses ist der Aufsichtsratsitzung vorbehalten, die in diesem Monat stattfinden wird.

Gedämpfter Optimismus für das Jahr 1981 ist von Sennheiser aus Anlaß der Vorlage des Jahresberichtes 1980 zu hören. Von den 62,5 Mio. DM Umsatz 1980 fielen 50 % auf das Kopfhörergebiet: In den USA ist Sennheiser nach eigenen Angaben die Nr. 2. 30 % der Umsätze fallen auf Mikrofone, der Rest sind drahtlose Übertragungsanlagen. Beschäftigungssorgen kennt man in Wedemark nicht: Man hat sogar noch zusätzliche 30 000 m^2 Industriegrund in Burgdorf für Erweiterungen erworben.

Die Einfuhr japanischer Farbfernseher, Autos und Werkzeugmaschinen in die EG wird ab 1. März statistisch überwacht. Von der EG-Kommision wurde eine entsprechende Verordnung verabschiedet. Die Mitgliedsstaaten sind verpflichtet, bis zum 20. jeden Monats die Importe der betreffenden Produkte mitzuteilen. Diese Importüberwachung soll bis zum Ende des Jahres 1981 gelten.

Konjunkturbelebung durch mehr Exporte?

Die DM-Schwäche gegenüber fast allen überseeischen Währungen hat auch ihr Gutes: Sie begünstigt die Ausfuhren der heimischen Industrie. Das gilt nicht für unsere Nachbarn in der EG bzw. in der EFTA, weil hier entweder Bandbreiten für die maximal zulässigen Schwankungen vereinbart wurden oder aber – wie im Fall Österreich – von sich aus dafür Sorge getragen wird, daß die Währungsparität nicht aus den Fugen gerät.

Den deutschen Exporteuren kommt die DM-Schwäche entgegen. Ausländische Kunden brauchen nämlich weniger Devisen, wenn sie Waren in der Bundesrepublik kaufen wollen. Die Ausfuhr wird also billiger, und Exportunternehmen haben es leichter, sich auf den Auslandsmärkten zu behaupten. Umgekehrt müssen Importeure beim Kauf ausländischer Waren mehr DM auf den Tisch legen. Die Einfuhr wird also teurer. Das kann einerseits Importe bremsen, andererseits aber den Preisauftrieb in der Bundesrepublik als Folge verteuerter Importwaren verstärken.

Betroffen vom sinkenden DM-Wechselkurs sind auch die deutschen Touristen. Um den gleichen Betrag an ausländischen Devisen zu erhalten, müssen sie heute mehr DM umtauschen als früher.

Alle Wirkungen zusammen können mithelfen, das Defizit in der deutschen Leistungsbilanz zu mindern.

Wirkungen der DM-Schwäche

Der Kursrückgang der DM gegenüber ausländischen Währungen bedeutet:

Geeinigt haben sich die Intel Corp. und die französische Matra-Gruppe über eine Zusammenarbeit im Bereich der integrierten Schaltungen. Es wird eine gemeinsame Tochtergesellschaft gegründet, an der Intel mit 49 % beteiligt ist und Matra über seine Tochtergesellschaft MHS mit 51 %.

Die Decca-Radio und Television Ltd. wurden von der Mutter Racal an die Tatung Corp. in Taiwan verkauft. Die Transaktion wird zum 1. 6. 1981 vollzogen. Der Kaufpreis beträgt etwas über 5 Mio. DM. Die Fernsehgeräte-Fertigung soll in Bridgenorth weitergeführt werden, das Unternehmen wird aber umfirmieren.

Gerüchten aus Tokio zufolge soll IBM der japanischen Matsushita eine engere Kooperation auf dem Gebiet der Mini-Computer vorgeschlagen haben. Matsushita fertigt Mini-Computer, die zwischen 5000 und 8000 DM kosten. Eine Tochtergesellschaft der Japaner, die Matsushita Communication Industrial, hat darüber hinaus Kleinstrechner im Programm, die etwa 2000 bis 3000 DM kosten. Trotz der steigenden Popularität dieser Rechner in USA hatte IBM dieses Marktsegment bisher ausgespart.

Magnetbänder für Computer werden teurer. Die BASF hat die Preise ab sofort um 5 % heraufgesetzt und befürchtet, aufgrund der anhaltenden Rohstoffverteuerung im Sommer den Preis nochmals erhöhen zu müssen. Ampex setzt seine Preise um 10 % hinauf.

Nachdem die staatliche britische Fernmeldegesellschaft Cable and Wireless mit Gewinn arbeitet, beabsichtigt die britische Regierung, das Unternehmen zu privatisieren. 49 % der Anteile sollen verkauft werden, zu einem Preis von rund 750 Mio. DM.

Bosch wird Ende Mai sein Büro in Moskau schließen. Man will den UdSSR-Vertrieb wieder von Deutschland aus wahrnehmen, nachdem die Kostensteigerungen für ausländische Firmenvertretungen in der Sowjetunion unerträgliche Formen angenommen haben.

Bei der Video-Color GmbH in Ulm (dem früheren Farbbildröhrenwerk von AEG-Telefunken) will man eines von drei Fertigungsbändern zum 1. April stillegen. Bis zum Jahresende dürfte dann Kurzarbeit ins Haus stehen – oder die Entlassung von 330 Mitarbeitern. Auf zwei der drei Bänder laufen noch immer die großformatigen 30-AX-Röhren, für die die Nachfrage steil abfällt.

Einen dicken Fisch hat sich Siemens an Land gezogen: Aus Nigeria enthielt man den Auftrag, das Nachrichtennetz auszubauen. Für über 400 Mio. DM sollen in den nächsten zweieinhalb Jahren 160 Richtfunkstationen errichtet werden.

Borroughs will nun doch wieder in Belgien aktiv werden. Nachdem man erst 1978 das Büromaschinenwerk stillgelegt hat, will man jetzt wieder im Industriezentrum von Seneffe (Wallonie) ein Zentrum für die Erprobung von EDV-Geräten sowie ein Reparaturzentrum errichten.

Einen Auftrag über 35 000 Teletext-Maschinen hat Thomson-CSF von GTE in USA erhalten. Legt man gängige Preise zugrunde, dürfte der Auftragswert mindestens eine halbe Mrd. DM betragen. Die ersten Geräte sollen im Januar 1982 geliefert werden.

In der Schweiz soll Telefonieren billiger werden. Vom 1. Juli 1981 an werden zunächst die Gebühren im Nahverkehr gesenkt, zum 1. Oktober 1981 auch im Fernverkehr. Anlaß für diese populäre Maßnahme ist ein Rekordgewinn der PTT in Höhe von 410 Mio. sfr.

Texas Instruments (TI) spürt in den USA die Konjunkturschwäche. Man beabsichtigt, die Investitionen im laufenden Jahr zu reduzieren, in dem man die geplanten Projekte „streckt". Die Ausgaben für Forschung und Entwicklung will man unberührt lassen.

Uruguay hat das PAL-System zum 1. Januar dieses Jahres als Farbfernsehsystem für dieses Land festgelegt. Regelmäßige Ausstrahlungen soll es ab Juli dieses Jahres geben. Die Telefunken GmbH wird über ihre Vertretung PAL-Color-Farbfernsehgeräte im Lande nachbauen. Ein entsprechender Vertrag wurde jetzt abgeschlossen.

Der Krupp-Konzern erreichte im letzten Geschäftsjahr einen Umsatz von 15,6 Mrd. DM, wovon 2,7 Mrd. DM interner Konzernumsatz waren. Der Stahlbereich führte dabei vor den Dienstleistungsbereichen und dem Industrieanlagenbau. Der Zuwachs im Außenumsatz von 13,9 Mrd. DM betrug gegenüber dem Vorjahr 9 %. Einer kräftigen Ausweitung des Inlandsgeschäfts stand ein Rückgang der Auslandsaktivitäten auf 38 % des Konzernumsatzes gegenüber. Über den erwirtschafteten Ertrag des Konzern wurde nichts mitgeteilt.

AEG-Telefunken:

Sanierung macht Fortschritte

Einen Verlust von rund 300 Mio. DM wird AEG-Telefunken für das Geschäftsjahr 1980 noch verkraften müssen. Dies geht aus einem vorläufigen Bericht des Vorstands hervor. Gegenüber dem Vorjahr bedeutet das einen Verlustabbau um fast die Hälfte. Der Konzernumsatz stieg (einschließlich des Gruppenumsatzes von Hartmann & Braun, die mittlerweile an Mannesmann verkauft wurden) auf 15 Mrd. DM (Vorjahr: 14,2 Mrd. DM). Der Gesamtauftragseingang – ebenfalls unter Einschluß von H&B – erreichte 15,2 Mrd. DM.

Der Auslandsanteil an den hereingeholten Aufträgen beträgt rund 43 %: Das liegt noch deutlich unter dem Wert, den der „große Bruder" Siemens seit Jahren erzielt. Damit wirken Konjunkturabschwächungen im Inland auch deutlich stärker auf das Unternehmen zurück. Die Geschäftsentwicklung in den einzelnen Zweigen war sehr unterschiedlich: Der Industrie- und Energiebereich war leicht rückläufig, die Nachrichten- und Verkehrstechnik nahm um 16 % zu. Im Hausgerätegeschäft konnte „unter bewußtem Verzicht auf nicht kostendeckende Umsätze" ein Wachstum von 4 % erzielt werden.

Im vergangenen Jahr wurde die Belegschaftszahl um 8400 Mitarbeiter auf 108 400 verringert (ohne die Ausgliederungen bei H&B und bei der Draloric). Die tiefgreifenden Veränderungen in der Arbeitswelt haben u. a. im Bereich „braune Ware" dazu geführt, daß bei einem jährlichen Produktivitätsfortschritt von 20 % innerhalb von fünf Jahren nur noch vier von zehn Mitarbeitern in der Produktion tätig sind.

Für 1981 glaubt die Verwaltung auf Grund der geänderten Wechselkursparitäten an verbesserte Exportchancen. Man rechnet insgesamt mit einem leichten Umsatzanstieg gegenüber dem Jahr 1980. Kp.

Zur Person

Axel Bartmann, bisher Bevollmächtigter der Grundig-Stiftung und zuständig für Entwicklung, Produktgestaltung und Vertrieb, verläßt das Unternehmen ebenfalls. Er stieß erst vor 20 Monaten zur Grundig-Stiftung. Firnges ging bereits Anfang Februar zu Varta. Bartmann war vorher bei der Expert-Gruppe. Spekulationen sehen ihn u. a. schon bei einer ähnlichen Handelsgruppe.

Abel Farnoux, Expräsident von Video Color, ist als Berater des Präsidenten zum französischen Staatsunternehmen France Cable et Radio gegangen.

Wolfgang Rucker, bisher Marketingleiter bei Hewlett-Packard, wurde neben Karl Döring zum weiteren Geschäftsführer ernannt. Er übernimmt die Verantwortung für Vertrieb und Kundendienst.

Rudolf Kaiser, seit 1962 Technischer Direktor des ZDF, beging am 25. März seinen 65. Geburtstag. Unter seiner Ägide wurden zwei Dinge beim ZDF vorangetrieben: Der Start des Farbfernsehens im Jahr 1967 und die bevorstehende Einführung des Stereotons im Fernsehen jetzt zur Funkausstellung 1981.

Sir Robert Telford wurde neuer Vorsitzender der britischen Marconi Company. Er ist gleichzeitig Direktor von GEC und Managing Director von GEC-Marconi Electronics.

Prof. Dr. Fritz Sennheiser wurde vom Vorstand des ZVEI für seine Verdienste mit der Ehrenmitgliedschaft ausgezeichnet. Er war 14 Jahre lang Vorsitzender des Fachverbands Audio- und Videotechnik und 16 Jahre lang Mitglied des ZVEI-Vorstands.

Walter A. Boesenberg, Chef der deutschen IBM GmbH, wurde vom Ministerpräsidenten Späth mit dem Titel Professor ausgezeichnet. Diese normalerweise nur von den Universitäten im Wege der Honorarprofessur vergebene Ehrung kann ausnahmsweise ohne Bindung an eine bestimmte Universität auch vom Landesvater bei besonderen Verdiensten direkt verliehen werden.

Oskar Lapp, Chef der Lapp KG (Steuerleitungen, Steckverbinder), begeht am 20. März seinen 60. Geburtstag. Die mittelständische Firmengruppe unterhält eigene Fertigungsstätten in den USA.

Ludwig Junkes, von Rank Xerox kommend, wurde neues ordentliches Vorstandsmitglied bei Olympia in Wilhelmshaven.

Deutsche Unterhaltungselektronik:

Produktionsplus – aber Umsatzminus

Mehr produziert hat die deutsche Unterhaltungselektronik-Industrie im Jahr 1980. Es wurden mehr Farbfernsehgeräte und auch mehr Schwarzweiß-Fernsehgeräte produziert. Auch bei Tunern, Verstärkern und Steuergeräten konnten mehr Einheiten abgesetzt werden. Bei Autoradios war der Umsatz rückläufig, Kassettenrecorder hatten starke Zuwachsraten. Das gilt auch für das Videorecordergeschäft.

Trotzdem waren die Umsatzerlöse rückläufig. Daran war zum einen der harte Wettbewerb schuld, bei dem oft Ware über den Preis und nicht über die Leistung verkauft wurde. Zum anderen führt bei dem Eckpfeiler Farbfernsehgeräte der Verbrauchertrend hin zum kleineren Bildschirm, was wegen des hohen Anteils der Bildröhre an den Gesamtkosten auch billigere Geräte bedeutet.

Fernsehgeschäft noch zufriedenstellend

Die deutschen Firmen setzten 4,05 Mio. Colorgeräte ab (1979: 3,95), davon 1,9 Mio. (Vorjahr: 1,7) im Ausland. Etwas mehr als ein Drittel davon sind Portables. Die Sättigung der Haushalte mit Farbfernsehgeräten liegt jetzt bei etwa 72 %. Die Lagerbestände konnten auf etwa 640 000 Stück abgebaut werden – was einer fast „normalen" Vorratshaltung entspricht.

Überraschend ist, daß das Geschäft mit Schwarzweiß-Fernsehgeräten weiterhin läuft. Fast 900 000 Stück wurden im Berichtsjahr 1980 abgesetzt. Über 40 % gingen davon ins Ausland. Weit mehr als die Hälfte der Schwarzweiß-Geräte fällt unter die Rubrik „Kleiner Bildschirm".

HiFi-Sektor noch nicht ausgereizt

Die Haushaltsversorgung mit Hi-Fi-Geräten scheint durch Zweitanlagen oder Ersatzbedarf für ältere und technische überholte Anlagen noch entwicklungsfähig. Im Berichtsjahr wurden 1,6 Mio. Anlagen (Vorjahr: 1,5) abgesetzt. Davon fällt rund ein Drittel auf Kombi-Anlagen. Hier ist der Export-Anteil mit 20 % vergleichsweise gering. Daß auch im letzten Jahr rund 1 Mio. Monoempfänger bei den Heimradios abgesetzt worden sind, muß angesichts des HiFi-Booms überraschen. Denn mit fast 2,5 Mio Taschenradios oder Kofferempfängern konnte auch dieser Bereich seine Marktstellung nahezu behaupten.

Ton- und Bildaufzeichnung: Die Marktrenner

Über das erfreuliche Videorecordergeschäft im letzten Jahr haben wir bereits mehrfach berichtet. Es wurden 1980 rund 320 000 Geräte gebaut, von denen 250 000 Käufer in der Bundesrepublik fanden. Hier hätte man sicherlich gern mehr verkauft – wenn man die Geräte nur gehabt hätte.

Bei Tonaufzeichnungsgeräten beherrschen eindeutig Kassettenrecorder die Szene. Mit einem Plus von fast 60 % kam man auf 1,61 Mio. verkaufter Geräte. Darin sind auch die Bandgeräte enthalten, die aber im Marktsegment keine große Rolle mehr spielen. Nur die „ernsthaften" Tonbandamateure greifen auf Spulenbandgeräte immer wieder zurück, weil vor allem das Schneiden von Bändern sehr viel einfacher ist. Obendrein ist gerade dieser Personenkreis der Ansicht, daß ein 2spurig geschnittenes Stereoband mit 19 cm/s trotz aller Raffinessen heutiger Kassettendecks eine bessere Qualität aufweist als ein 4spurig geschnittenes Metallband.

Für das laufende Jahr sieht die Branche mit verhaltener Zuversicht in die Zukunft. Entscheidende Impulse erhofft man sich von der Funkausstellung in Berlin im September 1981.

Kp

Angst vor dem Schwarzen Mann

Der Bundesverband der Zeitungsverleger hat ein Votum für die Beteiligung an einem privatrechtlich geführten Fernsehen bei Radio Luxemburg abgegeben. Wir berichteten darüber an anderer Stelle. In politischen Kreisen in Bonn hat dies – wie sich der Regierungssprecher ausdrückte – „überrascht". Sooo neu ist doch aber diese Entscheidung nicht – oder hatte man bei der Koalition in Bonn alle bisherigen Äußerungen des Bundesverbandes für verbale Geplänkel gehalten? Das wäre zumindest fahrlässig, um nicht noch stärkere Worte zu gebrauchen.

Nachdem in Deutschland ein fataler Hang zum Zerreden fast aller Themen vorhanden ist, die im Augenblick unserem Land aus seiner wirtschaftlich schwierigen Situation heraushelfen könnten, scheint uns die Entscheidung der Verleger höchst pragmatisch getroffen. Die Angst vor den Auswirkungen eines kommerziellen Fernsehens hat etwas vom olympischen Idealismus eines Avery Brundage, für den es nur solche Sportler gab, die das Wort „Geld" noch nie gehört hatten:

Glauben denn unsere Politiker noch immer an die Reinheit (sprich: werbliche Askese) der Rundfunk- und Fernsehanstalten? Nur noch Ahnungslose gehen davon aus, daß die Werbung auf die Zeitteile beschränkt ist, die von der Rundfunkwerbung zu genau festgesetzten Zeiten ausgestrahlt wird. Wenn heute eine populäre Musiksendung über den Bildschirm flimmert, dann wird die von den großen Schallplatten- und Medienkonzernen zumindest gesponsert – wenn nicht gar finanziert. Und die Rechte an der Sendung liegen bei der klaren Finanzierungslage nicht etwa bei der Fernsehanstalt, sondern natürlich beim Promoter. Und das bedeutet: Ist erst einmal die bespielte Videokassette, die Bildplatte breit eingeführt, haben die kommerziell geführten Unternehmen in der Unterhaltungsindustrie überhaupt keine Schwierigkeiten, all die auf Band gespeicherten Sendungen nochmals gewinnbringend zu vermarkten.

Da scheint mir doch die klare Aussage der Zeitungsverleger ehrlicher zu sein – zumal sie sich gefallen lassen müssen, mit einem eigenem Programm (wenn es einmal da ist) in Wettbewerb zu den öffentlich-rechtlichen Anstalten zu treten. Am Markt setzt sich noch immer das Bessere durch. *Kp.*

„Schnell, bastele alles wieder zusammen, Peter, dein Vater kommt in fünf Minuten nach Hause und freut sich schon auf die Fußballübertragung . . .!"

Termine

Das Fachsitzungsprogramm der Productronica in München (10.–14. November 1981) liegt jetzt fest. Es gliedert sich in die Schwerpunkte Aufbau-/Verbindungs-/Montagetechniken und Meß-/Prüf-/Analysetechniken. Die Themenliste gibt es beim Kongreßreferat der Productronica, Postfach 12 10 09, 8000 München 12.

National Semiconductor bietet noch bis Juni eine Reihe von Mikrocomputer-Kursen an, u. a. über Interface und Memory, High Level Language und Board Level Computer. Das komplette Programm erhält man bei NS, Industriestr. 10, 8080 Fürstenfeldbruck.

Meßtechnik zur Sicherung der Qualität heißt eine Fachtagung, die VDI/VDE anläßlich des Deutschen Ingenieurtags vom 1.6. bis 4.6.1981 in Berlin durchführen. Ausführliche Unterlagen gibt es beim VDI, Abteilung TD, Postfach 1139, 4000 Düsseldorf.

Eine „Informationsbörse Forschung und Entwicklung" führt die Hansestadt Hamburg vom 26.5. bis 29.5.1981 durch. An dieser technologischen Leistungsschau beteiligen sich 40 Hochschulinstitute, zahlreiche Forschungseinrichtungen, die IHK Hamburg, der VDMA und das VDI-Technologiezentrum. Die Angebotsschwerpunkte liegen in der EDV, bei Materialuntersuchungen und Verfahrensentwicklungen, in der Meß- und Regeltechnik, der Meerestechnologie und bei Lizenzrecherchen. Auskünfte bei der Hamburger Messe- und Congress GmbH, Postfach 30 23 60, 2000 Hamburg 36.

Im jährlichen Wechsel werden auch in Zukunft die beiden Messeplätze Berlin und Düsseldorf mit je einer Schau der Unterhaltungselektronik bedient werden. Die Internationale Funkausstellung in Berlin behält damit ihren angestammten Platz, über den neuen Titel der Düsseldorfer Veranstaltung wird in Kürze entschieden. Wir werden im nächsten Heft nochmals darauf zurückkommen.

Ein Sound-Seminar mit dem Schwerpunkt Studiobau ist für die Zeit vom 7.5. bis 9.5. in Hamburg angesetzt. Nähere Auskünfte gibt es beim Institut für Akustik, Kiesweg 22, 6370 Oberursel.

Die Ausstellung Internationale Verteidigungselektronik wird im nächsten Jahr parallel zur Internationalen Luftfahrtschau in Hannover vom 18.–20. Mai stattfinden. Sie zieht auf das Gelände der Hannover-Messe, und zwar in die gesamte Halle 13.

Vom 5. bis 8. Mai wird in diesem Jahr im Münchner Messegelände eine Zuliefermesse abgehalten. Sie soll die Arbeitsteilung zwischen Industrie und Handwerk deutlich machen. Im Produktteil der Messe werden Erzeugnisse aus der Feinmechanik/Optik und aus der Elektrotechnik/Elektronik angeboten, Der Dienstleistungsteil der Messe umfaßt den Aspekt „Montage und Instandhaltung", insbesondere im Bereich Meß- und Regeltechnik sowie in der Nachrichtentechnik und in der Fernseh-/Rundfunktechnik.

Die Elektroinnung München hat jetzt wieder ihre berufsbegleitenden Lehrgänge zur Vorbereitung auf die Meisterprüfung ausgeschrieben. Für die Fachgruppen Fernmeldemechanik bzw. Radio- und Fernsehtechnik beginnen die Lehrgänge Ende Mai 1981. Unterlagen gibt es bei der Elektroinnung München, Kursreferat, Schillerstr. 38, 8000 München 2.

Die Technische Akademie Esslingen hat eine Fülle weiterer Lehrgänge angekündigt, u. a. über Stecker und Kontakte, über Telemetrie, über das systematische Erschließen von Fachzeitschrifttum sowie Einführungskurse für BASIC und Mikrocomputer. Unterlagen erhält man über Postfach 1269, 7302 Ostfildern.

Null-Fehler-Management

Qualität kann man nicht hineinprüfen – diese Aussage ist schon fast als technischer Gemeinplatz anzusehen, der zum Standardvokabular auch jener Leute gehört, die nichts mit Qualitätskontrolle zu tun haben. Man hört den Satz in den letzten Jahren häufiger, nicht zuletzt angeregt durch die anhaltende Japan-Diskussion. Die dabei oft angeführten phänomenal niedrigen Ausfallquoten kommen nicht von ungefähr. Wir haben uns bei verschiedenen deutschen Firmen umgehört, wie man eine möglichst niedrige Ausfallrate in den Griff bekommt.

Kaum ein Begriff ist in letzter Zeit so intensiv diskutiert worden wie die Qualität technischer Produkte. Warum ist das so?

Für die Märkte von gestern waren Produktmangel, lange Lieferzeiten und gute Preise typische Merkmale. Das hat sich heute umgekehrt: Warenüberschuß, Konkurrenzkampf mit 48-Stunden-Lieferzeiten und Preisverfall bei gleichzeitig steigenden Kosten beherrschen jetzt die Szene. Da alle um (fast) jeden Preis verkaufen wollen, rücken zunehmend andere Produktmerkmale in den Vordergrund, die in Zeiten der Hochkonjunktur zugunsten eines hohen Warenausstoßes zurückgedrängt worden sind. Die Qualität der Produkte steht dabei an erster Stelle.

Qualität – was ist das eigentlich?

Die weltweit gültige Definition von „Qualität" ist eher trocken:

- Qualität ist diejenige Beschaffenheit eines Erzeugnisses, die es zur Erfüllung vorgegebener Forderungen geeignet macht. Die vorgegebenen Forderungen ergeben sich im allgemeinen aus dem Verwendungszweck (*Bild 1*).

Die Notwendigkeit, qualitativ einwandfreie Produkte herzustellen, war dem Produzenten zwar auch in der Vergangenheit bewußt. Ein möglichst kundennahes Agieren hieß aber häufig, sich auch als kulanter Lieferant zu zeigen. Bei einer kritischer gewordenen Käuferschicht wird heute eine bessere Erfüllung der ursprünglich gestellten Forderungen erwartet, darüber hinaus hat auch der Kunde im Laufe der Zeit die Anforderungen selbst erhöht. Dies gilt gleichermaßen für den privaten Bedarf wie für die Beschaffung industrieller Produkte. Auch der Gesetzgeber langt gelegentlich kräftig zu. In den USA beispielsweise ist die allgemeine Produkthaftpflicht in Richtung auf eine Gefährdungshaftung ausgeweitet worden. Dort spielen allerdings Sondereinflüsse mit, da das Netz der sozialen Sicherung in USA nicht so perfekt geknüpft ist wie in der Bundesrepublik.

Bild 1. Qualität Q ist der zusammenfassende Begriff für eine ganze Reihe von Produkteigenschaften, die – jede für sich genommen – ganz unterschiedlichen Aspekten zugeordnet sind

Andere Länder griffen die US-Verhältnisse auf und bauten solche Vorstellungen in ihre eigene Rechtssprechung ein – das führte beispielsweise in der Bundesrepublik praktisch zu einer Umkehr der Beweislast. Der Geschädigte legt dar, wie der Schaden entstand und daß das beanstandete Produkt diesen Schaden herbeiführte. Das Gericht erkennt dies als Beweis nach erstem Anschein an. Der Hersteller hat dann Kraft besserer Kenntnis und aufgrund seines Einblicks in die Produktherstellung zu beweisen, das alles Vertretbare getan wurde, um einen solchen Schaden zu vermeiden.

Der noch weitergehende Schritt auf eine Gefährdungshaftung (eine noch umstrittene EG-Konvention strebt dies an) bestimmt, daß ein Lieferant auch ohne Verschulden für einen Schaden zu haften hat, selbst wenn ein Produkt nicht bestimmungsgemäß verwendet wurde. In den USA führte dies zu einem grotesken Urteil in einem Schadensersatzprozeß, der angestrengt wurde, weil ein Pudel das Trocknen in einem Mikrowellenherd nicht überlebte.

Qualität entsteht in mehreren Stufen

Allein mit der Aufforderung „Nun macht mal keine Fehler" ist noch lange kein einwandfreies Produkt herzustellen. Produkte durchlaufen ja zahlreiche Fertigungsstufen. Sie weisen so die fatale Eigenschaft auf, daß Fehler, die in einem sehr frühen Stadium eingebaut wurden, mit jeder folgenden Fertigungsstufe mehr Geld kosten. Eine Faustregel sagt, daß jeder unbemerkte Fehler in der nächsten Stufe um den Faktor 10 mehr an Kosten für die Beseitigung erfordert.

Wird also ein Transistor für 80 Pfennig schlecht eingelötet, so kostet die Fehlereingrenzung beim Prüfen der Platine bereits 8 DM. Rutscht die fehlerhafte Platine in den Gestellrahmen und wird der Fehler erst hier entdeckt, dann belaufen sich die Kosten bereits auf 80 DM. Stellt sich der Fehler aber erst beim Systemtest heraus, muß man schon 800 DM für die Beseitigung auf den Tisch legen. Ganz schlimm wird es jedoch, wenn ein solches System bereits beim Kunden steht und der Wackelkontakt zum Ausfall führt: Kosten von 8000 DM sind dann keine Seltenheit.

Qualität kostet Geld

Es lohnt sich also, möglichst früh den Fehlern zu Leibe zu rücken. Das fängt bereits an, bevor überhaupt das erste Bauteil montiert wird.

Fehlerverhütung ist nämlich planbar. Dazu müssen als erstes die Qualitätsanforderungen festgelegt sowie vorbeugende Maßnahmen eingeleitet werden, was bei Qualitätsabweichungen zu tun ist. Diesen Kostenanteil könnte man als „Fehlerverhütungskosten" umschreiben.

Der nächste Kostenfaktor ist das, was man im allgemeinen als Prüfkosten bezeichnet: nämlich die Aufwendungen für das Feststellen von Qualitätsabweichungen. Hier sollte man klar sagen,

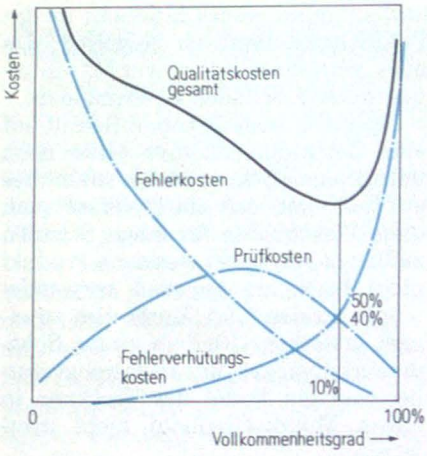


Bild 2. An den Kosten für die Qualitätssicherung sind drei Summanden beteiligt, die – abhängig vom gewünschten Vollkommenheitsgrad des Produktes – unterschiedlich starken Einfluß haben. Die Folge: Es gibt ein Kostenminimum Bild: Siemens

daß es sich um Kosten für das *Aufspüren* möglicher Fehler handelt, oder positiv ausgedrückt: Kosten für die Sicherheit, daß ein bestimmtes Produkt keine Fehler hat.

Treten aber Fehler auf, so müssen sie beseitigt werden. Diese dritte Gruppe Kosten kann man mit Fehlerkosten umschreiben. Sie ist im Grunde genommen noch zu unterteilen in Kosten für die Beseitigung von Fehlern vor der Auslieferung und nach der Auslieferung. Die letzteren fallen meistens als Garantieleistungen an. Sie haben die unangenehme Eigenschaft, daß sie möglicherweise das Image des Produktes schädigen.

Natürlich stehen alle drei Kostengruppen in einer Abhängigkeit voneinander. Es ist leicht einzusehen, daß man mit höheren Prüfkosten die Fehlerkosten senken kann. Das allerdings wäre ein Herumkurieren am Symptom und nicht an den Ursachen. Durch eine systematische Fehleranalyse – also durch höhere Fehlerverhütungskosten – läßt sich das gleiche Ergebnis ebenfalls erzielen.

Trägt man den Vollkommenheitsgrad eines Produktes in Abhängigkeit von den Kosten auf, dann sieht man deutlich, daß die gesamten Qualitätskosten optimierbar sind (*Bild 2*). Nach Aussagen eines großen deutschen Herstellers läßt sich das Optimum dann erreichen, wenn man 50% der Gesamtkosten in die Planung hineinsteckt, 40% in die eigentlichen Prüfkosten und 10% in die Fehlerkosten.

Wichtig: Frühwarnsysteme

Wie schon dargelegt, ist es besonders wichtig, aufgetretene Fehler zu analysieren und sie als Rückkopplungsgröße für die Prüfplanung zu verwenden. Das setzt im allgemeinen Regelkreise voraus, in denen der Datenfluß über Fehlerangaben institutionalisiert ist. Schnelligkeit spielt dabei eine besondere Rolle.

Ist erst einmal ein Produkt ausgeliefert und kommen dann nach drei Wochen Reklamationen von der Endmontage, dann läßt sich nur schwer rekonstruieren, was damals beim Prüfen dazwischen gekommen ist.

Ein innerster Qualitätsregelkreis führt daher über die Baugruppen, das Baugruppenprüffeld, und die Baugruppenerfassung zurück zur Fertigung und von dort zur Entwicklung. Ein darauf aufbauender Regelkreis führt über die Baugruppe in das Geräteprüffeld und von dort zurück in Fertigung und Entwicklung. Ein weiterer Regelkreis läuft über Baugruppen und Geräte in das Systemprüffeld und von dort wieder zurück.

Auf dieser innerbetrieblichen Ebene kann man durch Schnelligkeit viel Geld verdienen. Datenerfassung und Datenauswertung haben hier höchste Priorität. Siemens setzt dafür das Qualitäts-System OSIS ein. Hier geht es um eine kontinuierliche und produktionssynchrone Verfolgung von Fehlerschwerpunkten. Möglichst viele auftretende Fehler sollen noch im Bandablauf behoben werden, damit die Nacharbeiten (oder Folgefehler auf den Nachreparaturplätzen) niedrig gehalten werden können. Eine sofortige Fehlererfassung und detaillierte Informationsaufbereitung für die Produktion sind nur über Online-Trendberechnungen erreichbar. Darum verwendet man tragbare Handterminals im Taschenrechnerformat, mit denen Betriebsdaten mobil erfaßt und im Dialog mit dem Rechner verarbeitet werden können.

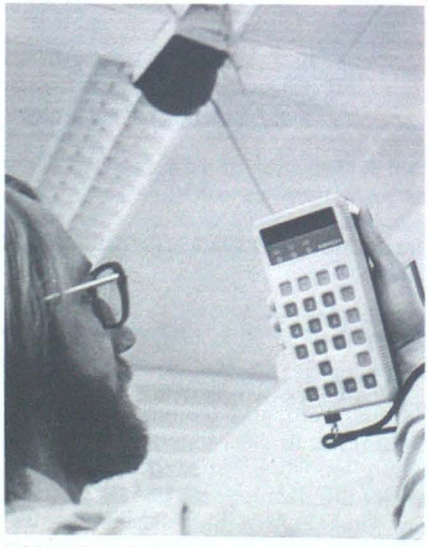


Bild 3. Für die Datenerfassung in der industriellen Produktion gibt es heute tragbare Handterminals im Taschenformat. Der Datentransfer zwischen Terminal und Rechner wird über eine störungsfreie Infrarot-Übertragungsstrecke abgewickelt Bild: Siemens

Um wirklich eine absolute Mobiltät zu erreichen, wird der Datentransfer zwischen Terminal und Rechner über eine störungssichere Infrarot-Übertragungsstrecke abgewickelt. Die batteriebetriebenen Terminals (*Bild 3*) sind sowohl mit Sende- als auch mit Empfangsdioden versehen, um einen wechselseitigen Datenverkehr zu ermöglichen.

Wenn irgendmöglich, muß schließlich noch ein äußerer Regelkreis aufgebaut werden, der über das ausgelieferte Produkt, die Vertriebsniederlassung und den Kunden mit Hilfe von Belegen und geeigneten Fehlerschlüsseln zurück zum Werk läuft. Das ist jedoch relativ schwierig zu erreichen: Hier gehören ja ausführliche Fehlerprotokolle und Fehlerbeschreibungen hinzu, und dazu müßte der Kunde einen entsprechenden Fragebogen ausfüllen!

Soviel Arbeit macht sich ein Kunde nur dann, wenn man ihm einen Geldwertvorteil zusagen kann. Auch dies ist eine Trivialerfahrung: Im allgemeinen lassen nach Ablauf der Gewährleistungsfrist Fehlernachrichten drastisch nach. Hier kommt es also auf die Bindung zwischen Lieferanten und Kunden an. Auch Einschaltungs- und Wartungsberichte der eigenen Niederlassung bieten wertvolle Fingerzeige: Leider werden sie nur zu oft einfach zu den Akten genommen.

Erfreulicherweise kommt die mathematische Statistik dann dem Qualitätsingenieur zu Hilfe. Mit zunehmender Betriebszeit wird das Produkt naturgemäß zuverlässiger, da die Frühausfallrate im allgemeinen während der Garantiezeit liegt. Es folgt dann eine Zeit, in der ein Produkt im großen und ganzen störungsfrei läuft, bis dann später Verschleißerscheinungen auftreten.

In Mark und Pfennig

Was geben denn große Firmen für die Qualitätssicherung durchschnittlich aus? Von AEG-Telefunken wurde ein Zahlenwert genannt, der im Jahr 1979 bei über 500 Mio. DM lag – was rund 10% der Herstellkosten entspricht. Siemens nannte Zahlenwerte zwischen 6% (für Massenfertigung) und 10...12% (für Gerätefertigung) – wobei der letztgenannte Wert in einzelnen Fällen noch erheblich überschritten wird.

AEG-Telefunken gibt Spannweiten zwischen 4,7% und 22% an – jeweils bezogen auf die Herstellkosten. Aus anderen Unternehmen liegen Daten

vor, die über 30% der Herstellkosten hinausgehen. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Qualitätskosten bei der Herstellung von komplexen elektronischen Systemen überproportional steigen.

Besonders interessant: Qualität von Massengütern

Die Qualitätskontrolle von Massenprodukten, wie beispielsweise elektronischen Bauelementen, unterliegt ganz eigenen Gesetzen. Sie ist nämlich ohne die Rückkoppel-Information vom Anwender kaum auf die heute üblichen niedrigen Werte zu bringen. Beim Kunden erhält die Qualitätskontrolle einen neuen Aspekt unter dem Begriff „Lieferantenbeurteilung". Stichprobenprüfungen sind in der Regel in den Lieferverträgen zwischen Hersteller und Abnehmer vereinbart. Sie werden nach bestimmten Systemen durchgeführt, die auf den Gesetzen der mathematischen Statistik basieren. Solche Stichprobensysteme enthalten Stichproben-Pläne (in denen man den Umfang und die Art festlegt – also Einfachstichproben oder Mehrfachstichproben), Stichproben-Anweisungen (in denen die Stichproben-Lose definiert sind) sowie die höchstzulässige Anzahl fehlerhafter Teile.

Der Produzent wird eine Herstell-Grenzqualität definieren, die die zugesagten Garantiewerte beinhaltet. Umgekehrt legt der Kunde eine Rückweise-Grenzqualität fest. Mit dem Begriff „mittlere Herstellqualität" ist übrigens beileibe nicht etwa eine „mittelmäßige Qualität" gemeint, sondern die „gemittelte Qualität".

Der in *Bild 4* dargestellte geschlossene Regelkreis umschließt Hersteller und Kunden. Aus dem Bild erkennt man, daß ein Teil der Bauelemente-Ausfälle nicht unbedingt dem Hersteller zugerechnet werden kann. Das gilt besonders für fälschlich ausgewechselte Bauelemente und solche, die während der Gerätefertigung zerstört wurden.

Eine besonders wichtige Gruppe betrifft Bauelemente, die nach Meinung des Herstellers gut sind, die aber trotzdem nicht oder nur unzureichend funktionieren. Dabei handelt es sich um Exemplare, die zwar der Hersteller-Spezifikation genügen, nicht aber dem geräteseitigen individuellen Anwendungsprofil.

Oft nutzt der Gerätehersteller Bauelementeeigenschaften, die durch keine Spezifikation abgesichert sind. Eine solche Problemstellung erfordert Analysen, deren Ergebnisse dann Grundlage für die Entscheidung sind, ob der Hersteller seine Spezifikation anpaßt

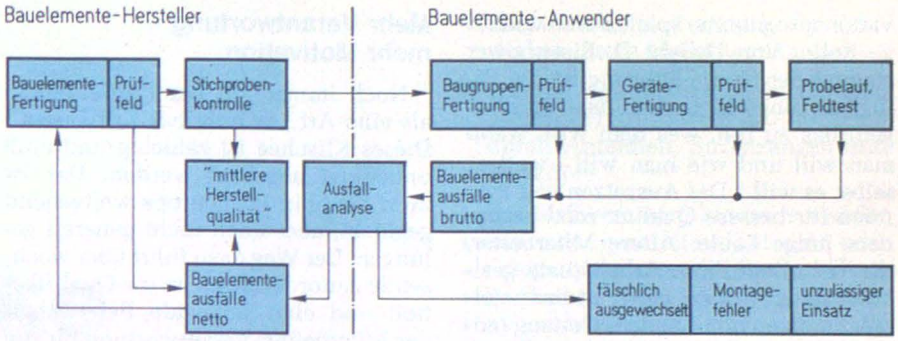


Bild 4. Unser Bild zeigt einen typischen Regelkreis zwischen Bauelemente-Hersteller und -Anwender. Die Ausfallanalyse auf der Anwenderseite wird von beiden Partnern gemeinschaftlich gemacht: Ein Teil der Ausfälle geht auf das Konto des Anwenders, ein anderer Teil auf das Konto des Herstellers („Nettoausfälle") Bild: Valvo

oder ob der Anwender seine Schaltung ändert.

Ausfallanalysen sind zunächst einmal teuer – jedenfalls sehr viel teurer, als die ausgefallenen Bauelemente einfach wegzuwerfen und dafür kostenlosen Ersatz zu liefern. Sie sind aber schon mittelfristig eine lohnende Investition, da sie anwendungsorientierte Anhaltspunkte für die Qualitätssicherung geben.

Von Valvo wurden uns typische Ausfallgrößenordnungen genannt, die sich bei anderen Firmen sicherlich entsprechend wiederfinden. Bei Widerständen rechnet man mit 20 Ausfällen auf 1 Mio. Bauteile (20 ppm – pieces per million). Bei Kondensatoren liegen typische Ausfallraten je nach Technologie zwischen 50 und 100 ppm. Auf dem Gebiet der integrierten Schaltungen werden Ausfälle von 200 bis 500 ppm genannt. Dies sind Werte der „mittleren Herstellqualität", wie sie von Valvo selbst ermittelt wurden.

Auf der Anwenderseite lassen sich für passive Bauelemente ähnliche Zahlen wiederfinden. Leider wiederholt sich das nicht auf dem Gebiet der integrierten Schaltungen. Der Grund dafür ist aus 5 zu entnehmen: Hier zeigt sich eindrucksvoll die Notwendigkeit einer analytischen Vorgehensweise.

Haupteinflußfaktor: Der Mensch

Rein theoretisch dürften eigentlich keine Qualitätskosten anfallen. Daß trotzdem scheinbar unvermeindliche Aufwendungen auftreten, ist das Ergebnis nicht kalkulierbarer Einflußgrößen. Der Haupteinflußfaktor ist dabei der Mensch.

Hier sollte man klar sagen, daß es beileibe nicht der Mitarbeiter in der Fertigung allein ist. Es ist der Mensch auf jeder Ebene der Hierarchie, weil jeder direkt oder indirekt einen Beitrag zur Erzeugnisqualität leistet. So kann ein Entwickler sehr viel gravierendere Verstöße gegen die Erzeugnisqualität vornehmen als ein Mitarbeiter in der Fertigung.

Qualität hängt von der Einstellung der Menschen, von ihrer Motivation ab. Es ist bereits viel über Konzepte zur Qualitätssicherung geschrieben und gesagt worden – insbesondere über die der Japaner. Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der Denk- und Handlungsweise, die in Ostasien fast perfekt befolgt wird: die positive Einstellung zur Arbeit. Die natürliche Bequemlichkeit des Menschen führt jedoch häufig dazu, daß er sich zunächst eher in der Nähe negativer Einstellungen aufhält – es sei denn, er wird intensiv zu einer positiven Einstellung motiviert.

Eine Grundbedingung ist, daß die Mitarbeiter auf Qualität geschult werden müssen. Will man Null-Fehler-Programme durchsetzen, so müssen die Meister in der Werkstatt unbedingt gehört werden. Macht man das nicht, dann setzt sich die alte Ansicht durch: Hauptsache, wir haben geliefert. Moti-

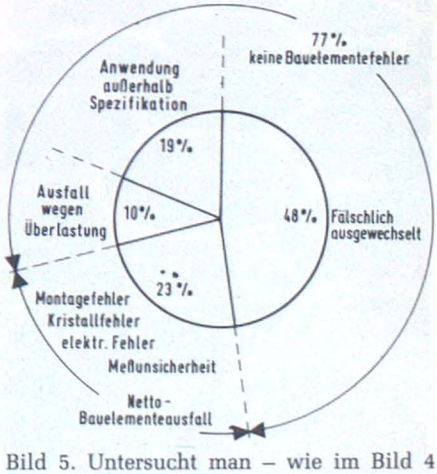


Bild 5. Untersucht man – wie im Bild 4 geschildert – die Zusammensetzung der Bauelementeretouren, dann erhält man interessante Einblicke in die Fehlersystematik. Nur ¼ aller Bauelementebeanstandungen (hier bei bipolaren ICs) gehen auf Fertigungsfehler zurück; fast die Hälfte der Bauelemente wurde fälschlich ausgewechselt. Bild: Valvo

vationsprogramme spielen eine wichtige Rolle. Von Dwight D. Eisenhower stammt der Satz: „Führung ist die Fähigkeit, einen Menschen dazu zu bringen, das zu tun, was man will, wann man will und wie man will – weil er selbst es will." Das Aussetzen von Prämien für bessere Qualität reizt besonders junge Leute. Ältere Mitarbeiter, die vor allem ihren Arbeitsplatz gesichert sehen wollen, sind mit finanziellen Anreizen nicht in dem Umfang motivierbar. Im allgemeinen ist die Qualitätsbereitschaft der Mitarbeiter zu stärken, wenn man ihnen genügend Selbstverantwortungsbewußtsein zuerkennt. Das setzt natürlich voraus, daß man sie über den erreichten Qualitätsstand und eventuelle Fehlerquoten informiert und zum Mitdenken anreizt.

Bei AEG-Telefunken hat man versucht, den wirtschaftlichen Erfolg von Qualitäts-Förderungswettbewerben abzuschätzen. Aufgrund von Eckdaten aus dem Verbesserungs-Vorschlagswesen kam man für jeden Einzelwettbewerb auf rund 5 Mio. DM. Entscheidender dürfte gewesen sein, daß aber die Mitarbeiter die Idee verstanden hatten und sich aktiv an der Aufdekkung von Qualitätsmängeln beteiligten.

Mehr Verantwortung – mehr Motivation

Noch immer gilt der Prüffeldmann als eine Art „technischer Kritikaster". Dieses Klischee ist zählebig und muß unbedingt abgebaut werden. Das ist zwar heute in Westeuropa weitgehend geglückt, aber noch nicht generell gelungen. Der Weg dazu führt über wachsende Anforderungen an die Qualifikation und eine steigende Bereitschaft der Mitarbeiter, Verantwortung für die eigene Arbeit zu tragen.

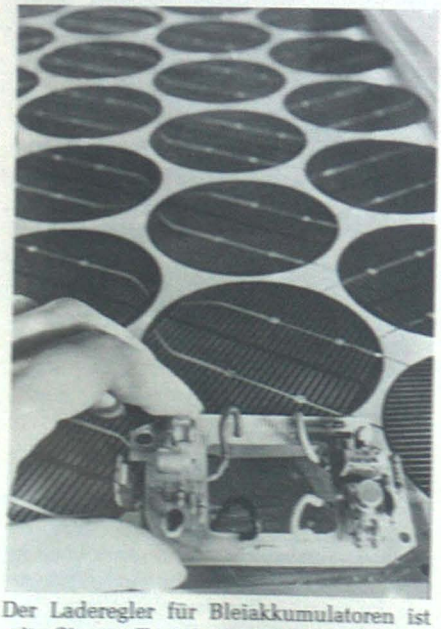
Das Prüffeld ist kein Abschiebeplatz für Leistungsunfähige oder Leistungsunwillige. Wer nichts in der Fertigung geleistet hat, kann auch im Prüffeld nichts leisten. Die Folge wäre nämlich nur, daß die Geräte schlechter werden, statt besser. Eine steigende Qualifikation wird benötigt, weil die Prüfaussage ja nicht heißen soll: „gut – schlecht". Gerade bei elektronischen Geräten bedeutet prüfen ja, den Fehler suchen. Prüfer werden mithin zunehmend zu „white collar workern".

Die Fähigkeit zur Motivation ist eine Führungseigenschaft – und damit ein Managementproblem. Wer aber motiviert unsere Manager?

Klaus H. Knapp

Integriert

Das Solarzellenpanel SFH 140-36 mit 33 W Nennleistung und 16,4 V am Ausgang bietet Siemens nun zusammen mit einem Laderegler für Bleiakkumulatoren an. Dieser begrenzt die Zellenspannung auf maximal 2,23 V/Zelle und schützt den Akkumulator vor Entladung, wenn das Panel abgedunkelt ist. Niederohmige Sipmos-Leistungstransistoren halten die Verlustleistung so niedrig, daß der Laderegler im Anschlußkasten des Panels untergebracht werden kann und nicht als störendes Zusatzteil in Erscheinung tritt.



Der Laderegler für Bleiakkumulatoren ist mit Sipmos-Transistoren aufgebaut. Dadurch sinkt die Verlustleistung, und die Schaltung kann in das Solarpanel integriert werden

Im Vergleich zu herkömmlichen Shuntreglern mit maximal 25 W Verlustleistung treten hier höchstens 10 W Verlustleistung auf. Trotzdem sind die Steuer- und Stellgliedverluste nicht größer als bei einem Shuntregler. Der relativ niedrige Kanalwiderstand (0,1 Ω) beeinträchtigt nicht die Ladung eines 12-V-Akkumulators, da sich am Panel ohnehin ein Arbeitspunkt im Kennlinienbereich konstanten Stroms einstellt.

Wenn der Leistungsbedarf die Nennleistung eines Panels (33 W) übersteigt, können auch mehrere solcher Panels an einem 12-V-Akkumulator parallel arbeiten; 24 V lassen sich durch Serienschaltung verwirklichen. Grundsätzlich geht die Ladung bei Batteriespannungen unterhalb 13,4 V mit vollem Panelstrom vonstatten. Wenn 13,4 V erreicht sind, wird auf konstante Spannung geregelt, bei der die Batterie selbst den aufgenommenen Strom bestimmt. Dieses Ladeverfahren wird von namhaften Batterieherstellern empfohlen, um eine hohe Lebensdauer der Bleisammler zu erreichen. KHK.

Neuer Fernsehsender auf Grünten

Den Inhalt von zwei Möbelwagen brachte kürzlich ein Hubschrauber auf den 1738 m hohen Grünten im Allgäu. Es handelte sich dabei um zwei moderne 20-kW-Fernsehsender in passiver Reserve, welche die Deutsche Bundespost für das 2. und 3. Fernsehpro-

gramm bei Rohde & Schwarz bestellt hatte. Auf den Grünten führt keine Straße, und die Tragkraft der alten Materialseilbahn reicht für den Transport der Sendergestelle nicht aus. Der fliegende Lastesel löste das Problem in 24 Flügen an einem Tag. Ta

Berichtigung

Flüssigkristalle FtA Ot 51

FUNKSCHAU 1981, Heft 3, Seite 71

In der Unterschrift zu Bild 16 auf Seite 78 muß die Literaturangabe [12] lauten.

Ferner muß es in der Unterschrift zu Bild 17 in der ersten Zeile heißen: ...entspricht der von Bild 16, und in der fünften Zeile: ...und $-\frac{1}{3} \cdot U$.

Wolf-E. Schreyer

Für Funk-Meßzwecke

Meßempfänger ESH 3

Bei komplexen Meßgeräten gehört es heute fast schon zum Standard, daß die Steuerfunktionen von einem Mikroprozessor übernommen werden. Gleichzeitig ergeben sich dadurch Leistungsmerkmale, die vorher entweder gar nicht oder nur unter nicht vertretbarem Aufwand zu realisieren waren. Zu dieser Klasse Meßgeräte gehört auch der Meßempfänger ESH 3 von Rohde & Schwarz, der im folgenden beschrieben wird.

Meßempfänger unterscheiden sich von Empfängern üblicher Bauart insbesondere durch das Vorhandensein eines hochgenauen Pegel-Kalibrier-Generators, der eine Kalibrierung bei jeder Frequenz des Empfängers ermöglicht. Dies kann ein Pulsgenerator mit kontinuierlichem Spektrum sein oder ein Sinusgenerator konstanten Pegels, dessen Frequenz im Gleichlauf mit der Empfängerabstimmung verändert wird. Bei modernen Geräten erfolgt diese Kalibrierung vollautomatisch.

Hohe Anforderungen werden weiterhin an die Linearität der Eingangsschaltung und an die Genauigkeit der Auswerte-Elektronik gestellt. Meßgeräte dieser Art garantieren einen Pegelmeßfehler von < 1 dB.

Die komplette Steuerung des Empfängersystems und die erforderlichen Eigentests werden heutzutage von Mikroprozessoren übernommen, die dazu eine Vielfalt weiterer automatischer Meßabläufe erlauben. Durch „Integration von Intelligenz" in die Meßgeräte selbst werden die peripheren Rechnersysteme entlastet und der Aufwand an Software auf der Steuerungsseite erheblich reduziert. Die Folge davon sind Kosteneinsparungen und erhöhte Flexibilität auf der Seite des Programmerstellers – also ein doppelter Gewinn.

Ein Beispiel für einen solchen Meßempfänger ist das Modell ESH 3 (*Bild 1*) von Rohde & Schwarz für den Frequenzbereich 10 kHz bis 30 MHz. Dieses Gerät mit seiner IEC-625-Schnittstelle ist insbesondere für den Anlagenbereich ausgelegt worden, wobei er das gesamte Anwendungsfeld der Nutz- und Störsignalmessung abdeckt.

Kurzer Überblick

Mit dem Meßempfänger ESH 3 lassen sich im Frequenzbereich von 10 kHz bis 30 MHz unter Verwendung geeigneter Meßwandler mehrere physikalische Größen erfassen:

- Spannungen an einer Impedanz von Z = 50 Ω oder hochohmig (1,5 kΩ oder 100 kΩ) mit aktiven oder passiven Tastköpfen,
- Ströme mit Stromwandlerzangen,
- magnetische und elektrische Feldstärken durch Meßantennen sowie
- spektrale Impulsdichten (in µV/MHz, µV/(m·MHz), µA/MHz, µA/(m·MHz)) durch Antennen, Stromzangen und Tastköpfe.

Der Meßwert wird hierbei entweder in einer der genannten Einheiten oder als logarithmiertes Größenverhältnis mit Bezugsgröße (Pegel) angezeigt. Hervorzuheben ist, daß dabei die Wandlungskonstante des jeweils verwendeten Zubehörs (Tastkopf – Stromwandlerzange – Antenne) automatisch bei der Darstellung des Meßergebnisses berücksichtigt wird.

Bei der Entwicklung des Gerätes wurde mehreren Schaltungsteilen besondere Aufmerksamkeit gewidmet, und diese Blöcke sollen hier getrennt besprochen werden.

- Die Hf- und Zf-Eichleitungen besitzen eine hohe Genauigkeit (Fehler $< 0{,}3$ dB). Hierbei verwendet man Dünnfilmelemente, die mechanisch geschaltet werden. Eine elektronische Lösung solch hochpräziser Eichleitungen ist bis heute – angesichts der Kostenfrage – noch nicht realisierbar.
- Der Sinus- und Pulsgenerator für die Gerätekalibrierung erzeugt einen Fehler von $< 0{,}5$ dB.
- Die Kalibrierung der Zf-Verstärkung in der zweiten Zf-Ebene wird über einen Komparator mit Sample-and-Hold-Schaltkreis vorgenommen.
- Bei der geschalteten und mitlaufenden Vorkreisselektion am Hf-Eingang werden 16 Filter verwendet.

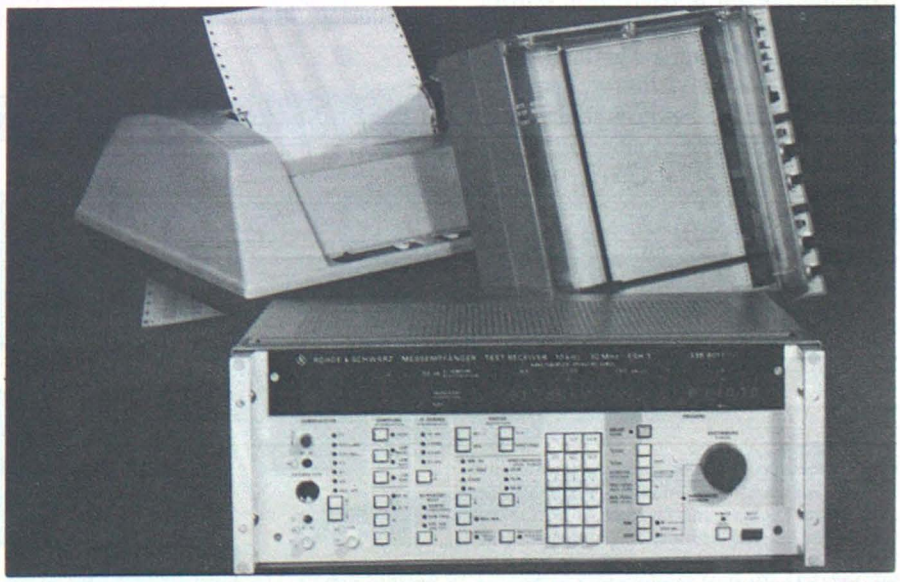


Bild 1. An den automatischen Funkmeßempfänger ESH 3 von Rohde & Schwarz lassen sich zur Dokumentation sowohl Drucker als auch XYT-Schreiber anschließen

- Eine Übersteuerung wird in allen drei Zf-Ebenen registriert und zur Anzeige gebracht; bereits Einzelimpulse lassen die Übersteuerungskontrolle ansprechen.

- Bei den verschiedenen Anzeigearten, wie Mittelwert-, Spitzen- oder CISPR-Anzeige, werden Meßgleichrichter verwendet, die einen maximalen Linearitätsfehler von < 0,1 dB aufweisen.

Mit Rücksicht auf die vorgeschriebenen Bandbreiten nach CISPR sowie auf die praxisnahen Bandbreiten für die Nutzsignalmessung wurde der Empfänger mit Zf-Bandbreiten von 200 Hz, 500 Hz, 2,4 kHz und 10 kHz ausgestattet. *Bild 2* zeigt das Verhalten der dynamischen Zf-Selektion.

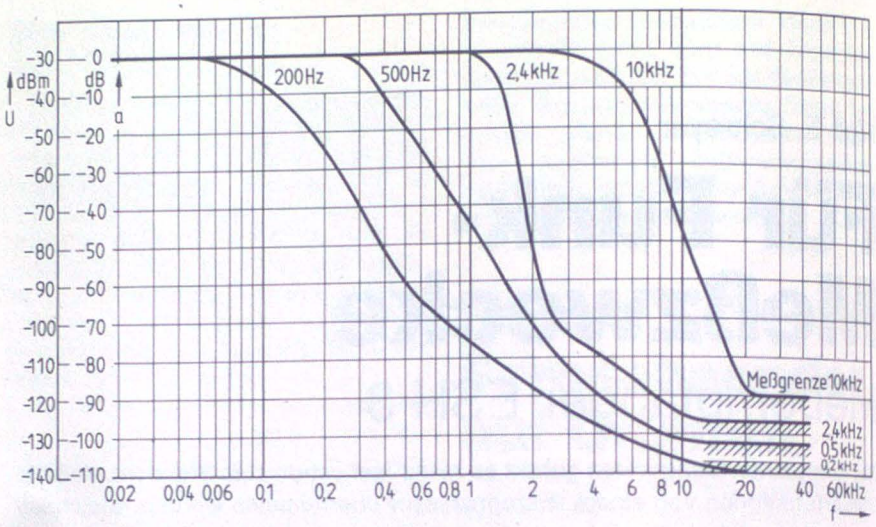


Bild 2. Die vier Kurven zeigen die dynamische Zf-Selektion des Meßempfängers bei einem Eingangspegel von −30 dBm

Ergebnisse der Mikroprozessorsteuerung

Der signalverarbeitende Teil des Empfängers wird durch zwei Mikroprozessorsysteme ergänzt. Das erste System mit einem 8748 übernimmt dabei die gesamte Keyboard- und Anzeigensteuerung, das zweite mit einem 8085 die Gerätesteuerung und alle Rechenroutinen (*Bild 3*). Die internen Programme für die Gerätesteuerung und Meßwertverarbeitung haben einen Umfang von etwa 25 KByte.

Das Resultat dieser „integrierten Intelligenz" sind mehrere Meßgeräteeigenschaften:

- Automatischer Frequenzablauf mit beliebig wählbaren Start- und Stopfrequenzen und einstellbaren Schrittweiten. Maximal lassen sich fünf derartige Scan-Bereiche – beliebig überlappend – inklusive aller weiteren Parameter (z. B. Zf-Bandbreite, Demodulatoren, Anzeigearten usw.) programmieren.

- Messung und Berechnung von AM-Modulationsgrad, FM-Hub und Frequenzablage sowie exakte Fadinganalyse über wählbare Meßzeiten.

- Totalkalibrierung des gesamten Frequenzbereiches einschließlich aller Zf-Bandbreiten durch Abspeicherung der anfallenden Korrekturwerte mit anschließender Berücksichtigung derselben bei der Ergebnisdarstellung.

- Steuerfähigkeit eines Druckers mit IEC-Interface und eines XYT-Schreibers zur gleichen Zeit ohne System-Controller. Ebenso die Steuerfähigkeit von maximal fünf Frequenzbandschreibern für die Bandbelegungsregistrierung.

Schnelligkeit, Präzision und Einsatzvielfalt

Diese Ausführungen lassen erkennen, daß der Trend der neuesten Meß-

Die wichtigsten technischen Daten des Meßempfängers ESH 3

Frequenzbereich:	10 kHz...30 MHz
Meßbereich:	Spannungspegel: −30 dBµV...+137 dBµV, (Fehler < 1 dB)
	Feldstärke: −3 dB(µV/m)...+140 dB (µV/m), (Fehler < 2 dB)
Zf-Bandbreiten:	0,2/0,5/2,4/10 kHz
Anzeigearten:	Mittelwert, Spitzenwert, CISPR, MIL.
Generatorausgang:	86 dB (µV) EMK, R_i = 50 Ω
Anschlußmöglichkeiten:	IEC-Bus, Drucker, XYT-Schreiber, Frequenzbandschreiber

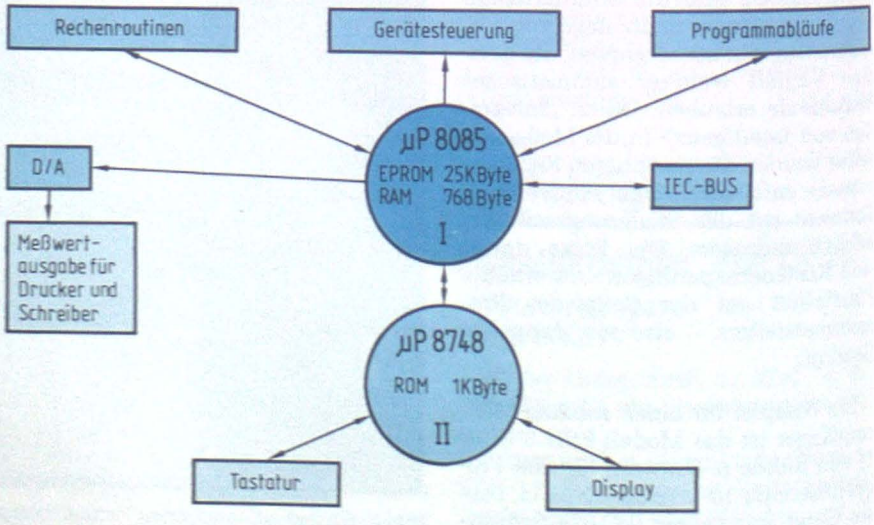


Bild 3. Zwei Mikroprozessorsysteme steuern die Funktion des Meßempfängers

Wolf E. Schreyer (37) war nach seinem Studium an der Fachhochschule München, in den USA und an der Technischen Universität Berlin drei Jahre in der Entwicklungs- und Systemtechnik bei Dornier-System in Immenstaad (Bodensee) tätig. Seit 1978 ist er Produkt-Manager für verschiedene Gerätegruppen, darunter auch Meßempfänger, bei Rohde & Schwarz in München.

gerätegeneration im Bereich der Hochfrequenzmeßtechnik sich in Richtung Präzision, Schnelligkeit und Applikationsvielfalt bewegt. Immer näher kommen sich dabei die analoge Meßtechnik einerseits und die digitale Steuerung, Auswertung und Ergebnisweiterverarbeitung andererseits. Der Software-Anteil in der Entwicklungsphase nimmt bereits erheblichen Raum gegenüber dem der Hardware ein, und die entscheidenden Geräteeigenschaften werden über die implementierte Software definiert und realisiert.

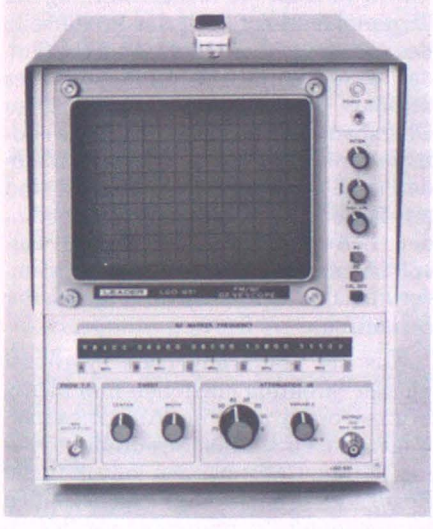
Die integrierte Intelligenz entlastet die peripheren Rechnersysteme, der Programmier- und damit der entscheidende Kostenaufwand wird merklich reduziert.

Stichworte zum Inhalt

Automatischer Funkmeßempfänger ESH 3, Kalibrierung, Spanngunspegelmessung, Feldstärkemessung, Zwei-Prozessor-System.

Wobbelmeßplatz

Die Leader-Wobbelsender-Oszilloscope LGO-631 (für UKW, *Bild*), LGO-632 (für LW) und LGO-633 (für KW) eignen sich für Abgleich- und Prüfverfahren in der Fertigung von Rundfunkempfängern. Die leicht zu bedienenden und präzisen Geräte bestehen aus einem Wobbelsender.



Die Kombination von Wobbelsender und Oszilloskop ist für Messungen an Rundfunkempfängern konzipiert. Die Frequenzmarken kann man von der Frontplatte her digital einstellen (Werkfoto Leader)

Rundfunkempfänger können somit in der Fertigung schnell eingestellt und abgeglichen werden. Der Frequenzbereich ist 73...114 MHz (LGO-631), 0...1800 kHz (LGO-632) bzw. 1,5...30 MHz (LGO-633). Der Wobbelhub beträgt 30 MHz, 1300 kHz bzw. 28,5 MHz. Die 20-cm-Nachbeschleunigungs-Elektronenstrahlröhre hoher Helligkeit bietet Komfort bei der Beobachtung und vermeidet eine durch längere Arbeitszeiten bedingte Müdigkeit.

Das digitale Markenverfahren (das Modell LGO-631 hat fünf fünfstellige Marken, die Modelle LGO-632 und LGO-633 haben jeweils fünf vierstellige Marken) ermöglicht die Einstellung von genauen und stabilen Marken von der Frontplatte aus (bei den Modellen LGO-631 und LGO-633 in 10-kHz-Schritten, beim Modell LGO-632 in 1-kHz-Schritten). Der Y-Ablenkkoeffizient aller Modelle ist 5 mV/cm, die Bandbreite (–3 dB) beträgt 0...50 kHz.

Frequenzzähler bis 1,3 GHz

Der 1,3-GHz-Frequenzzähler DC 508A ist eine Weiterentwicklung des 1-GHz-Frequenzzählers DC 508. Durch die Erweiterung des Frequenzbandes bis auf 1,3 GHz (Gesamtfrequenzbereich 10 Hz bis 1,3 GHz) kann die A-Version für Anwendungen in der Nachrichtentechnik, einschließlich der Avionic, eingesetzt werden. Hierbei werden die Frequenzbänder für aeronautische Navigationen von 960 MHz bis 1215 MHz und für nichtnavigatorische Funkortung im Bereich von 1215 MHz bis 1300 MHz abgedeckt. Durch die standardmäßige Auflösungserhöhung um den Faktor 100 wird im Nf-Bereich bis 25 kHz in einer Sekunde eine Auflösung von 0,01 Hz erreicht.

Der Frequenzzähler DC 508A hat einen Vorteiler-Eingang ab 100 MHz und einen direkten Eingang bis 100 MHz. Die Empfindlichkeit liegt bei 20 mV_{eff} von 100 MHz bis 1,1 GHz und bei 40 mV_{eff} für den Bereich bis 1,3 GHz.

Funktionsgenerator

Der Funktionsgenerator PM 5132 von Philips (*Bild*) liefert auf Knopfdruck fünf verschiedene Kurvenformen. Das Tastverhältnis (Duty Cycle) kann dabei stufenlos zwischen 10 % und 90 % eingestellt werden.

Die 30-V-Ausgangsspannung (Leerlauf) im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 2 MHz erschließt einen weiten Anwendungsbereich. Wichtig für Untersuchungen, z. B. an Operationsverstärkern (Open Loop Gain, Empfindlichkeit u. a.), sind die kombinierte Abschwächmöglichkeit des Ausgangssignals bis 80 dB sowie die DC-Offseteinstellung von + 10 V bis − 10 V. Für das wechselweise Arbeiten mit 50-Ω- und 600-Ω-Systemen besteht eine Schaltmöglichkeit der Ausgangsimpedanzen. Für analoge und digitale Applikationen steht außer dem Hauptausgang ein zusätzlicher TTL-Ausgang zur Verfügung.

Der Bereich für internen und externen Sweep umfaßt 2½ Dekaden. Sweepzeiten können von 50 ms bis 100 s eingestellt werden, d. h. Durchlaßkurven lassen sich mit einem Oszilloskop oder mit einem XY-Schreiber darstellen.

Frequenzgang-Messungen, Untersuchungen an Operationsverstärkern und die Darstellung von Durchlaßkurven lassen sich mit dem Funktionsgenerator PM 5132 leicht durchführen (Werkfoto)

Dr. Ing. G. Ortler

Auslegung eines Schaltnetzteiles

Schaltnetzteile stellen wegen einer Reihe von bekannten Vorteilen längst eine zumindest gleichbedeutende Alternative zu herkömmlichen Netzteilen mit Netztransformatoren dar. Schaltungsvorschläge und -beschreibungen für Schaltnetzteile gibt es von allen Leistungstransistorherstellern für nahezu alle Spannungs-, Strom- und Leistungsbereiche. Diese Beschreibungen erwecken in der Regel den Eindruck, als wären Betriebssicherheit und Wirkungsgrad von getakteten Gleichspannungswandlern im wesentlichen abhängig von der Wahl des richtigen Leistungstransistors und natürlich des richtigen Herstellers. Hier jedoch sollen Probleme, die mit dem Ausgangsübertrager von Gegentakt-Schaltnetzteilen zusammenhängen, angesprochen werden, die zwangsläufig auftreten und wesentlich Zuverlässigkeit und Wirkungsgrad der Schaltung bestimmen.

Schaltnetzteile werden in der Regel bei mittleren und hohen Leistungen eingesetzt. Sie müssen daher entweder für hohe Versorgungsgleichspannungen oder für große Ströme ausgelegt sein. Daraus resultieren im wesentlichen die Forderungen an solche Schaltungen.

- Die Schaltfrequenz sollte möglichst hoch liegen,
  - um das für die gewünschte Ausgangsleistung notwendige Kernvolumen des Ausgangsübertrgers möglichst klein zu halten,
  - weil sich bei hohen Taktfrequenzen der Aufwand für die sekundärseitige Siebung reduziert,
  - weil bei geregelten Netzteilen die Taktfrequenz im wesentlichen die Regelzeitkonstante bestimmt. Hohe Taktfrequenzen ermöglichen einen schnellen Regeleingriff.
- Die Kollektor-Emitter-Spannung darf während der Sperrphase des Transistors die maximal zulässige Kollektor-Emitter-Sperrspannung U_{CEo} bei kurzgeschlossener Basis-Emitter-Strecke nicht übersteigen.
- Um einen guten Wirkungsgrad zu erzielen, müssen die Verlustleistungen während des Ein- und Ausschaltvorganges sowie bei durchgeschaltetem Transistor möglichst niedrig sein.
- Die Transistorströme (Kollektorstrom und Basisstrom) dürfen die zulässigen Werte nicht übersteigen.
- Betriebszustände, bei denen für den Transistor die Gefahr des „zweiten Durchbruchs" besteht, müssen vermieden werden.

Größte wählbare Schaltfrequenz, höchste auftretende Kollektorspannung (Spannungsüberschwinger) und erzielbarer Wirkungsgrad hängen entscheidend vom Ausgangsübertrager ab. Schaltnetzteile, die direkt am gleichgerichteten Netz arbeiten, besitzen eine Versorgungsgleichspannung U_o von $U_o = \sqrt{2}\ 220\ V \approx 300\ V$. Für Schaltnetzteile mit Gegentaktendstufe sind daher Transistoren zu verwenden, die mindestens eine Spannungsfestigkeit von 2 : 300 V = 600 V aufweisen.

Eine solche Dimensionierung setzt aber voraus, daß der Ausgangsübertrager keine Streuung zwischen den beiden Hälften der Primärwicklung besitzt. Eine negative Spannung (für npn-Transistoren) an den Kollektoren wird immer sehr klein und in der Regel vernachlässigbar gegen U_o sein. Dies gilt unabhängig davon, ob der Transistor leitend oder gesperrt ist. Liegt über der einen Hälfte der Primärwicklung aber höchstens die Spannung U_o, so kann die Spannung an der anderen Hälfte der Primärwicklung eines streufreien Übertragers betragsmäßig auch nur U_o groß sein. Das heißt, die Kollektorspannung an dem gerade geöffneten Transistor wird $U_c = U_o - (-U_o) = 2 \cdot U_o$ nicht übersteigen.

Bild 1a zeigt die Ersatzschaltung der Gegentaktendstufe mit der Primärseite des Ausgangsübertragers. Man erkennt, daß eine abrupte Unterbrechung des Stromes durch den Schalter T 1 zu Überspannungen führt, wenn eine endliche Streuinduktivität L(1 – k) vorhanden ist. Schaltvorgänge dieser Art sind mit Hilfe numerischer Lösungsmethoden berechenbar. *Bild 1b* zeigt beispielsweise den berechneten Kurvenverlauf der Spulenspannung in der Schaltung.

Aus der Forderung nach möglichst kleiner Streuung entstehen nun häufig Wickelvorschriften für Ausgangsübertrager, die zu kleinen Streuinduktivitäten führen. Dafür werden jedoch in der Regel andere nachteilige Eigenschaften eingehandelt. Im folgenden werden einige Übertrager mit häufig gewählten Wicklungsanordnungen eingehender untersucht.

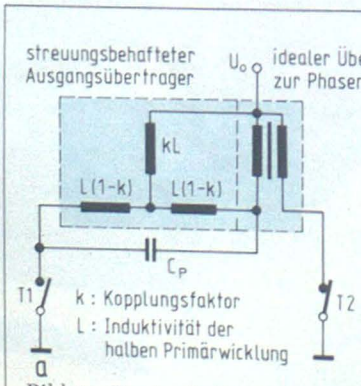


Bild 1a. Ersatzschaltung einer Gegentaktendstufe mit streuungsbehaftetem Ausgangsübertrager

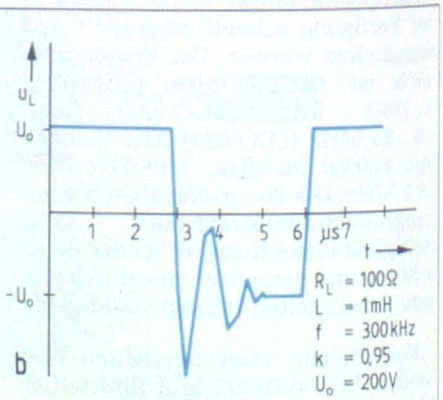


Bild 1b. Berechneter Spannungsverlauf dieser Schaltung

Die Eigenschaften häufig angewandter Wicklungsanordnungen

Neben der primären Streuinduktivität ist die Eigenresonanz des Übertragers von entscheidender Bedeutung. Sie nimmt maßgeblich Einfluß auf die höchstmögliche Taktfrequenz. Die Forderung nach guter Verkopplung zwischen den beiden Primärwicklungshälften widerspricht jedoch der Forderung nach hoher Eigenresonanz des Übertragers. Zwischen den beiden Übertragereigenschaften ist immer ein Kompromiß zu finden, der je nach Anwendungsfall die eine oder die andere Eigenschaft bevorzugt.

Ein häufig vorgeschlagenes Wickelschema zur Erzielung einer sehr kleinen Streuinduktivität zeigt *Bild 2a*. Dieses Wickelschema weist jedoch Eigenschaften auf, über die man sich bei der Anwendung im klaren sein muß:

- Die Induktivität der in Bild 2a dargestellten Wicklung ist nicht identisch mit der Induktivität einer Wicklung mit n Windungen und vier parallelen Drähten. Sie kann daher auch nicht mit der Beziehung
  $L = A_L \cdot n^2$
  berechnet werden. Die erzielte Induktivität ist viel kleiner als dieser Wert.
- Die Eigenresonanz des Übertragers liegt trotz der geringen Induktivität sehr tief und besitzt eine sehr geringe Güte ($Q \approx 1$).

Die in *Bild 2b* dargestellten Kurvenverläufe von Kollektorstrom und Kollektorspannung wurden bei Verwendung eines solchen Übertragers beobachtet. Aus dem Kollektorstromverlauf kann auf sehr hohe Wickelkapazität und zu kleine Induktivität geschlossen werden.

Ein weiteres häufig angewandtes Wickelschema zeigt *Bild 3a*. In diesem Fall ist zwar die Eigenresonanz relativ hoch, jedoch auf Kosten einer sehr großen Streuinduktivität. Kollektorstrom- und Kollektorspannungsverlauf, wie sie bei einem solchen Übertrager auftreten, zeigt *Bild 3b*. Das Abschalten des Kollektorstromes führt entsprechend der Beziehung

$$u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$$

zu hohen Spannungsspitzen an der Streuinduktivität. Bei solchen Übertragern muß die zulässige Kollektor-Emitter-Sperrspannung des Transistors weit über dem zweifachen Wert der Versorgungsgleichspannung liegen.

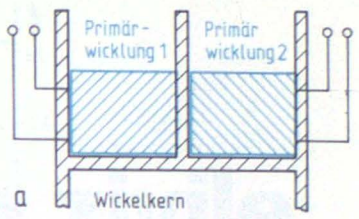


Bild 3a. Übertragerwicklung mit relativ großer Streuinduktivität

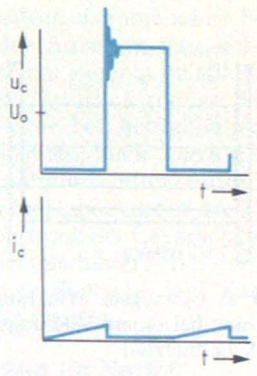


Bild 3b. Verlauf von Kollektorspannung und Kollektorstrom bei Verwendung dieses Übertragers

Für die meisten Anwendungen hat sich die Wicklungsanordnung in *Bild 4* als am günstigsten erwiesen. Bei einer solchen Wicklung steigen mit der Anzahl der Wickellagen die Streuinduktivität und die Resonanzfrequenz an.

Alle hier angesprochenen Wickelverfahren erlauben jedoch nur eine schlechte Ausnutzung der Grenzdaten der Transistoren. Daher wird im folgenden eine Möglichkeit gezeigt, wie man Gleichspannungswandler mit sehr hohem Wirkungsgrad bei optimaler Ausnutzung der Grenzdaten der Transistoren realisieren kann.

Gleichspannungswandler mit sehr hohem Wirkungsgrad

Häufig werden Gleichspannungswandler hoher Leistung benötigt, die direkt am Netz arbeiten und deren Ausgangsspannung die gleiche relative Schwankung aufweisen darf wie die Netzspannung, so daß auf eine Ausgangsspannungsregelung verzichtet werden kann. Für diese Fälle lassen sich äußerst betriebssichere Netzteile mit sehr hohem Wirkungsgrad bis zu 95 % aufbauen. *Bild 5* zeigt die Kollektorspannungs- und Stromkurven im Leerlauf. Im Zeitpunkt $t = 0$ wird der Transistor T 1 eingeschaltet.

Der Transistorstrom (gleich Spulenstrom der Wicklung 1 der Primärseite) steigt linear gemäß

$$\frac{di}{dt} = \frac{U_0}{L} = \text{const.}$$

an. Im Zeitpunkt $t = t_1$ schaltet der Transistor T 1 abrupt ab. Dies ist ohne gefährliche Spannungsüberhöhungen möglich, weil der Transistorstrom i_{T1} (t_1) vom Parallelkondensator C_P übernommen wird. C_P ist in der Regel die Wickelkapazität. Spulenstrom und Kollektorspannung verlaufen bis zum Zeitpunkt $t = t_2$ sinusförmig (die Kollektorspannung in Bild 5 ist der Einfachheit halber linear gezeichnet).

Die Güte des Schwingkreises beträgt

$$Q = R_L \cdot \omega \cdot C_P = \frac{R_L}{\omega L_P}$$

R_L ist der Lastwiderstand und soll viel niederohmiger sein als der Verlustwiderstand des Schwingkreises. Für $t_2 < t < t_3$ ist die Kollektorspannung an T 1 gerade $U_{C1} = 2 \cdot U_o = \text{const}$. In diesem Zeitbereich fließt kein Kondensatorstrom:

$$i_{cp} = C \cdot \frac{du}{dt} \approx 0$$

Wenn der Spulenstrom nicht springen soll, muß ein Stromweg vorhanden sein, für den die Bedingung gilt:

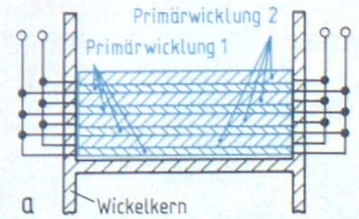


Bild 2a. Übertragerwicklung mit fester Kopplung

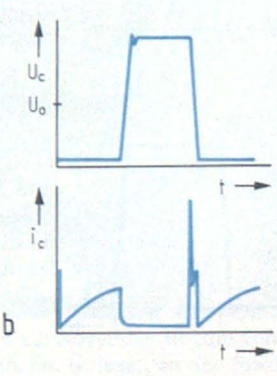


Bild 2b. Verlauf von Kollektorspannung und Kollektorstrom bei Verwendung dieses Übertragers

Dr.-Ing. G. Ortler (Jahrgang 1946) studierte nach einer Elektromaschinenbauer-Lehre und dem Besuch der Berufsaufbauschule Nachrichtentechnik am Rudolf-Diesel-Polytechnikum in Augsburg. Nach einer Tätigkeit als Entwicklungsingenieur bei AEG-Telefunken in Berlin studierte er Hochfrequenztechnik an der TU München. Seit 1975 ist er Mitarbeiter am Institut für Hochfrequenztechnik an der Hochschule der Bundeswehr in München.

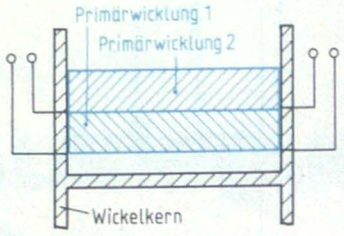


Bild 4. Günstigste Wicklungsanordnung bei einem Übertrager für ein Schaltnetzteil

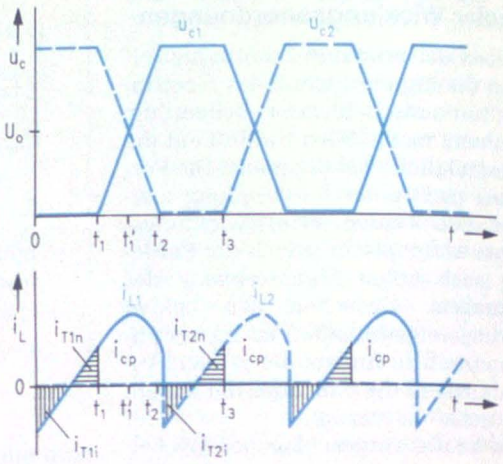


Bild 5. Kollektorspannung und Spulenstrom bei einem Schaltnetzteil mit hohem Wirkungsgrad

$$i\,(t_2) = i_{L1}\,(t_2)$$

Dieser Stromweg existiert auf jeden Fall in der Kollektor-Basis-Strecke des Transistors T 2 und in dem in der Regel sehr niederohmigen Basiswiderstand. In den meisten Fällen wird der Strom teilweise über eine Diode am Kollektor geführt. Der Strom in L 2 beginnt jetzt, ausgehend vom Wert $i_{L2}(t_2) = -i_{L1}(t_2)$, linear anzusteigen, bis im Zeitpunkt $t = t_3$ der Transistor T 2 abschaltet.

Man erkennt aus Bild 5, daß die Verlustleistung in den Transistoren sehr klein ist und somit die Versorgungsgleichspannung U_o maximal ausgenutzt wird.

Um Kurvenläufe zu erzielen, wie sie in Bild 5 prinzipiell dargestellt sind, müssen einige Bedingungen erfüllt sein. Den Zusammenhang zwischen der Resonanzfrequenz ω des Ausgangskreises und der maximalen Ansteuerimpulsbreite t_1 beschreibt näher

$$\omega = \frac{1}{t_1}\sqrt{\frac{1}{\frac{t_1'}{t_1} - 1}}$$

Die maximale Spulenspannung ist

$$U_{L_P} = i_{Lmax} \cdot \sqrt{\frac{L_P}{C_P} \cdot \left(1 - \frac{\pi}{2 \cdot Q}\right)}$$

Diese Spannung muß mindestens gleich U_o sein. Daraus ergibt sich über die Güte Q die maximale Belastung des Ausgangskreises. Für den maximalen Spulenstrom I_{Lmax} gilt der Zusammenhang:

$$i_{Lmax} = \frac{\frac{U_o}{L} \cdot t_1}{\cos \omega\,(t_1' - t_1)}$$

In *Bild 6* und *7* sind einige Kurvenverläufe skizziert, wie sie sich einstellen, wenn die angegebenen Grenzbedingungen nicht erfüllt sind.

Das *Bild 8* zeigt das Schaltbild eines Gleichspannungswandlers für 100 W bei einer Taktfrequenz von ungefähr 100 kHz. Bei optimalem Abgleich der Schaltfrequenz (f) und der Impulsbreite (τ) nach den oben angegebenen Regeln ist der Wirkungsgrad der Schaltung so hoch, daß auf jede zusätzliche Kühlung verzichtet werden kann. Liegt die optimale Schaltfrequenz zu weit von der gewünschten Frequenz entfernt, kann durch Parallelschalten von C_p zum Ausgangsübertrager die Frequenz nach unten korrigiert werden.

Literatur

[1] *Przibylla, G.*: Schaltnetzteil für hohe Gleichspannungen und große Leistung. Diplomarbeit Hochschule der Bundeswehr München, 1978.
[2] *Prokscha, H.*: Schaltnetzteil mit hoher Schaltfrequenz und großem Wirkungsgrad. Diplomarbeit Hochschule der Bundeswehr München, 1979.
[3] Motorola: The Switch Mode Series.

Stichworte zum Inhalt

Wirkungsgrad, Schaltfrequenz, Kernvolumen, Wicklungsanordnung, Wicklungskapazität, Streuinduktivität, Eigenresonanz, Güte.

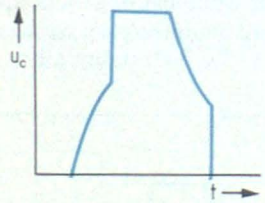


Bild 6. Kollektorspannung bei zu starker Belastung (Güte zu klein)

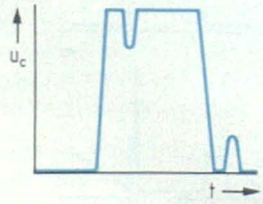


Bild 7. Ansteuerimpulse zu schmal, Eigenresonanz zu hoch

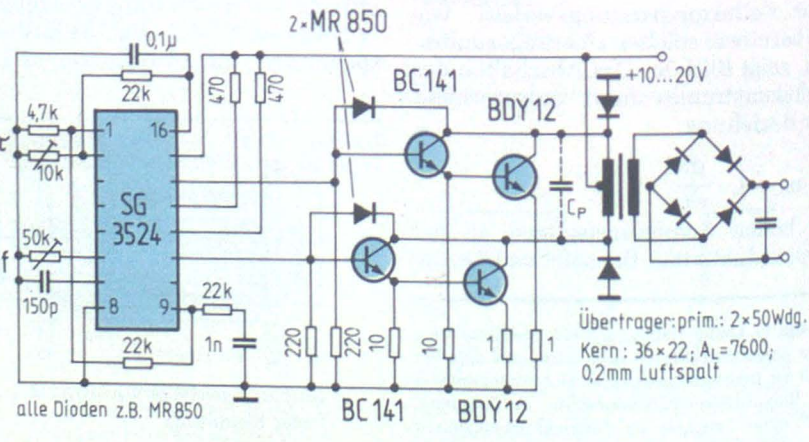


Bild 8. Gleichspannungswandler bis 100 W bei einer Schaltfrequenz von 100 kHz

Zugbahnfunk

Das größte zivile Funknetz der Welt

Als die Deutsche Bundesbahn zusammen mit AEG-Telefunken zu einer Feierstunde aus Anlaß der Übergabe der 8000. Zugbahnfunkanlage nach Ulm einlud, stutzte der Chronist. 8000 Geräte – das ist eine krumme Zahl, da hätten die Verantwortlichen doch getrost bis zur 10 000. Anlage warten können. Die Antwort erteilte ein Präsident der Deutschen Bundesbahn, Dipl.-Ing. Peter Koch: Es wird keine 10 000. Funkanlage geben; die Bahn hat beim Hersteller lediglich 8850 bestellt, weil die Bahn nicht mehr Triebfahrzeuge besitzt, die „funkanlagenwürdig" sind. Also sollte man die Nummer 8000 feiern.

Wenn das Zugbahnfunksystem der Deutschen Bundesbahn fertig ist, sind 13 000 Streckenkilometer oder rd. die Hälfte des Bahnnetzes funkmäßig erfaßt; in 3...16 km Abstand – abhängig von der Topografie – stehen ungefähr 2000 Feststationen. Damit entstand das längste und dichteste zivile Funknetz der Welt; es kostete der Bundesbahn bisher rd. 450 Mio. DM. Die technische Entwicklung begann 1952 als eine Kooperation des Bundesbahn-Zentralamtes München und AEG-Telefunken. Die Einführung dauerte dann noch bis 1971; seither läuft der Ausrüstungsplan zügig.

Informationsaustausch per Tastendruck

Das System besteht aus drei Komponenten. Über Funkeinrichtungen in den Zentralen, von denen aus der gesamte Betrieb geführt wird, kann jederzeit mit Lokomotiven und Triebwagen Kontakt aufgenommen werden, soweit sie entsprechend ausgerüstet sind. Übermittler sind die erwähnten rd. 2000 Streckenfunkstellen, die mit den Zentralen über Modulationsleitungen verbunden sind. Der Funkverkehr wikkelt sich im 460-MHz-Bereich ab, wobei schon vor zehn Jahren das Kanalraster auf 25 kHz festgelegt wurde.

Im täglichen Betrieb der Bahn gibt es einige sich ständig wiederholende Informationen zwischen Zentrale und Triebfahrzeugen. Sie werden per Tastendruck als codierte Datentelegramme übertragen. In jedem ist eine sechsstellige Rufnummer enthalten, mit der das rufende Fahrzeug in der Zentrale identifiziert bzw. von der Zentrale selektiv angerufen wird. Die übertragenen Datentelegramme werden bei der jeweils empfangenden Stelle auf Richtigkeit überprüft und bei positiver Erkennung automatisch quittiert. Damit und durch die Verwendung eines entsprechenden Code-Aufbaues ist ein Höchstmaß an Übertragungssicherheit gegeben.

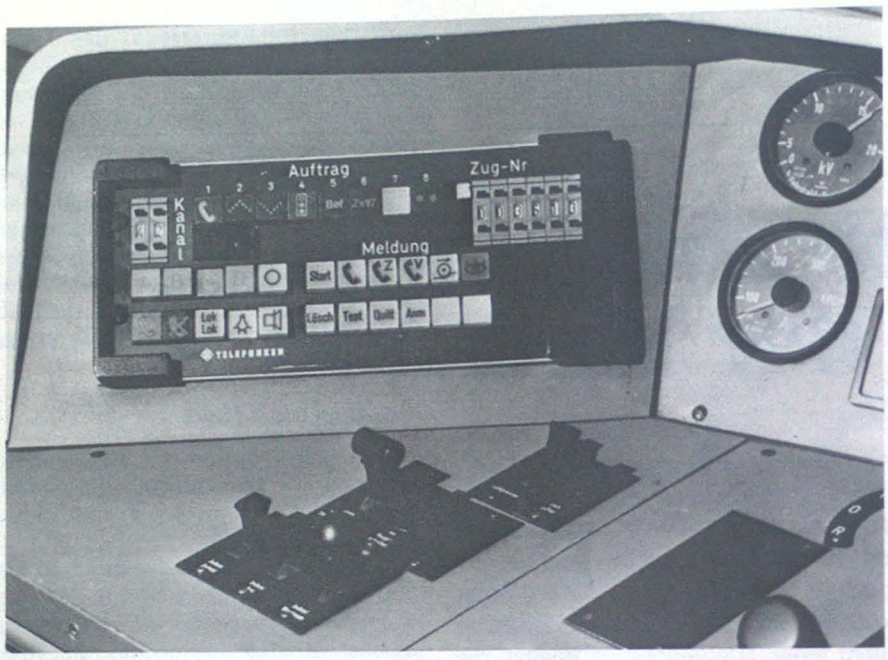
Die ständig wiederkehrenden Aufträge, beispielsweise „langsamer fahren", löst im Führerstand des Triebfahrzeuges entsprechende Beleuchtungen der Anzeigen aus; der Fahrzeugführer hat seinen Befehl optisch vor Augen. Natürlich können Zentrale und Zugführer bei betrieblichen Unregelmäßigkeiten auch ganz normal über Telefonhörer miteinander sprechen. Dazu muß aber vorher der Zentrale per Tastendruck der Gesprächswunsch des Triebwagenfahrers oder der Sprechauftrag der Zentrale dem Zugführer gemeldet werden.

Vorrang im Notfall

Eine Besonderheit des Systems ist, daß sich ein Triebfahrzeug im Notfall auch bei besetztem Funkkanal direkt und vorrangig zur Zentrale durchschalten kann, und zwar durch einen einfachen Tastendruck, der in der Zentrale eine akustische Alarmmeldung auslöst. In umgekehrter Richtung kann die Zentrale unter Weglassung des Selektivrufes alle Triebfahrzeuge in ihrem Bereich gleichzeitig ansprechen und so alle Triebfahrzeugführer unmittelbar über die Situation im betroffenen Streckenbereich informieren. Die Technik erlaubt es sogar, daß die Zentrale per Tastendruck die Züge in ihrem Bereich automatisch, d. h. ohne Zutun des Fahrzeugführers, anhalten kann.

Die Forderung nach Sicherheit steht oben an. Daher wurde auf die Überprüfung der Funktionsbereitschaft und auf die automatische Anzeige von Störungen großer Wert gelegt. Dem Fahrzeugführer wird beispielsweise angezeigt, wenn ein ortsfester Sender ausgefallen

Symbolische Übergabe der 8000. Zugfunkanlage am 12. November in Ulm vom Leiter des Geschäftsbereiches Hf-Technik von AEG-Telefunken, Dr. G. Jäger, an den Präsidenten des Bundesbahnzentralamtes München, Dipl.-Ing. Theo Rahn



Die Bedienkonsole des Zugbahnfunks im Führerstand des Triebfahrzeuges. Vor Fahrtantritt stellt der Lokführer lediglich den für die zu durchfahrende Strecke zuständigen Kanal und die Zugnummer ein. Letztere ist das Kennzeichen, mit dem dieser Zug von der Zugüberwachung selektiv gerufen wird

oder ein Kanal versehentlich falsch eingestellt ist. Ein Testen der eigenen Anlage ist per Tastbefehl ohne Störung des Normalbetriebs möglich. Die ortsfeste Seite, d.h. die Streckenfunkstellen und die Einrichtungen der Zentrale, werden durch einen ständigen, in Gesprächspausen automatisch oder sonst von Hand ausgelösten, Prüfzyklus überwacht.

Das System ist in beiden Richtungen vermittlungsfähig. Gespräche von der Zentrale können für Durchsagen an die Reisenden auf die zuginternen Abteillautsprecher durchgeschaltet werden. Gleichermaßen lassen sich Funkgespräche von der Lok über die Zentrale in das Fahrdienstleiternetz oder das interne Fernsprechnetz der Bundesbahn weitervermitteln.

Die erfolgreiche Zusammenarbeit der Deutschen Bundesbahn und AEG-Telefunken hat Schule gemacht; insbesondere ist es die schnelle Übertragung codierter Datentelegramme, die die Bahnverwaltungen von Österreich, Jugoslawien und England veranlassen, ihre Schienennetze und Fahrzeuge mit dem gleichen System auszurüsten.

Die Zukunft hat schon begonnen

AEG-Telefunken hat in enger Zusammenarbeit mit der Deutschen Bundesbahn weitere Aufgaben in Angriff genommen u. a. mit vollelektronischen Funk-Rottenwarnanlagen für die Arbeitstrupps an Bahnkörpern. In der Überlegung ist der Aufbau von kleinen Funkzellen entlang der Bahnstrecken; hier wird mit Millimeterwellen gearbeitet und auf diese Weise eine absolut lückenlose Funkversorgung aufgebaut. In diese Arbeiten fallen auch kleine Radargeräte zum genauen Messen von zurückgelegtem Weg und Geschwindigkeit der Triebfahrzeuge. Auch sind mikrocomputergesteuerte Fernüberwachungen und Fernsteuerungen der technischen Einrichtungen in Bahnhöfen und auf den Strecken in Vorbereitung. Natürlich werden auch Glasfaser-Nachrichtenkabel vorgesehen; ein erstes wurde im Februar 1980 im Bereich der Bundesbahndirektion München verlegt. Präzisionsbildschirmanlagen zur Zuglaufverfolgung mit Rechnerunterstützung befinden sich in der Vorbereitung, oder sind, wie im Amsterdamer U-Bahnbereich, schon im Einsatz.

AEG-Telefunken ist auch an der Eisenbahnversuchsanlage Rheine-Spelle-Freren, wo Züge bis zu 350 km/h erreichen werden, beteiligt, u. a. mit einem elektronischen Stellwerk.

Zugbahnfunk ist kein öbL

Grundsätzlich ist der oben vorgestellte Zugbahnfunk kein öffentliches Sprechsystem, das der Bahnkunde benutzen kann. Dafür gibt es die von den Zugsekretärinnen in den IC- und TEE-Zügen bedienten Funktelefonanlagen – neuerdings auch schon Münzfernsprecher in den Zügen – die über den öffentlichen beweglichen Landfunk der Deutschen Bundespost geführt werden. Sie sind an deren Feststationen angebunden, die aber nicht immer optimale Bedingungen bieten, weil sie entlang der Autobahnen, nicht aber konsequent entlang der Haupteisenbahnlinien aufgestellt sind. Die Folge sind „Funklöcher" beim, Fernsprechbetrieb von und zum Zug.

Dieser Eisenbahntelefonbetrieb für jedermann geht übrigens schon auf Vorarbeiten in den Jahren 1923 und 1924 zurück [1]. Damals wurde die Strecke Hamburg–Berlin mit einem Telefonbetrieb im Langwellenbereich ausgerüstet, wobei die Hochfrequenzsignale durch flache Dachantennen in die Telegrafenleitungen entlang der Bahnkörper eingespeist wurden. Der Sender hatte zwei Röhren und leistete wenige Watt. Das Verfahren hatte jedoch beträchtliche Mängel und wurde erst 1949/50 wieder ins Auge gefaßt, dann aber in technisch moderner Form.

Karl Tetzner

Literatur

[1] „Die Eisenbahnzug-Telephonie" von Prof. Franz Pahl in: Ullsteins Rundfunkführer für das Jahr 1925, Verlag Ullstein, Berlin.

Stichworte zum Inhalt

Zugbahnfunksystem, Datentelegramme, direkte Zugbeeinflussung.

Im Vortragsraum des Werkes Ulm von AEG-Telefunken war eine Anlage betriebsbereit aufgebaut; hier erläutert der Dezernent in der Abteilung Signal- und Nachrichtentechnik, Caesperlein, die Möglichkeiten, auch in andere Netze zu sprechen

Digitale Tonaufzeichnung

In der analogen Aufzeichnung von Tonsignalen, wie sie bisher üblich war, ist man trotz Einsatz von Kompandersystemen und hochwertigstem Bandmaterial an eine natürliche Grenze gestoßen. Deutliche Verbesserungen der Dynamik sind nur noch mit digitalen Verfahren möglich. Zwei dieser Verfahren werden hier in ihren Grundzügen dargestellt.

Zu den am längsten bekannten digitalen Modulationsverfahren, die sowohl zur Übertragung, Speicherung als auch Aufzeichnung dienen können, gehört die sogenannte Delta-Modulation.

Die Delta-Modulation

Der Ausdruck „Delta" steht in der Mathematik für „Unterschied" oder „Differenz" – und genau dies trifft auch hier zu: Übertragen wird, ob der Momentanwert des Nf-Signals größer oder kleiner wird. Diese Ja-Nein-Aussage kann rein digital mit „0" oder „1" übermittelt werden (*Bild 1*).

Zur Erzielung einer guten Wiedergabequalität ist es natürlich erforderlich, die Abfrage, ob nun die aktuelle Spannung kleiner oder größer wird, möglichst oft vorzunehmen – um so genauer sieht das reproduzierte Signal aus. Während für eine gute Sprachverständlichkeit schon rund 8000 Abtastungen pro Sekunde ausreichen, man spricht hier von „8 kHz Samplefrequenz", muß man diesen Wert auf mindestens 60 kHz erhöhen, wenn auch Musik vom Deltamodulator verarbeitet werden soll.

Die Demodulation des deltamodulierten Signals, also die Rückverwandlung in ein Nf-Signal, geschieht über ein Integrationsglied; das ist im Prinzip ein einfacher Tiefpaß, dessen Grenzfrequenz gleich der untersten zu übertragenden Nf ist und so über das gesamte Nf-Spektrum eine Höhenabsenkung von 6 dB/Oktave aufweist.

Der technische Aufwand für die Delta-Modulation ist also verhältnismäßig gering. Deshalb wird sie heute oft z. B. zur digitalen Sprachspeicherung eingesetzt; so entstand etwa beim Münchner Institut für Rundfunktechnik ein Gerät, das eine mehrere Sekunden dauernde Rundfunk-Ansage rein digital in einigen ICs ohne jegliche mechanisch bewegte Teile speichern kann. Auch das Sprachsynthese-Programm im FUNKSCHAU-Sonderheft „Mikrocomputer-Anwendungen" funktioniert nach diesem Prinzip.

Die Delta-Modulation besitzt leider zwei Nachteile, die dazu führten, daß sie sich bei der digitalen Tonaufzeichnung nicht durchsetzen konnte.

Erstens ist die Exaktheit der Reproduktion des Nf-Signals durch das Verhältnis vom Sample- und Signalfrequenz gegeben. Je größer dieses Verhältnis ist, desto originalgetreuer ist die Wiedergabe. Das führt dazu, daß die Wiedergabequalität bei hohen Tonfrequenzen schlechter ist als bei niedrigen. Gerade bei hohen Frequenzen machen sich aber z. B. Intermodulationseffekte sehr störend bemerkbar.

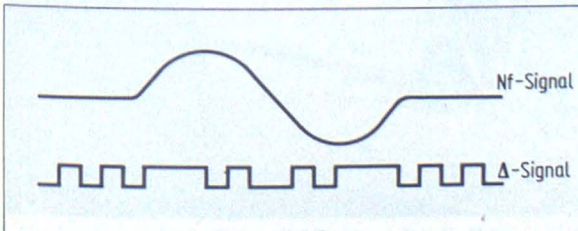


Bild 1. Die Delta-Modulation überträgt als Bitfolge, ob der Signalwert gerade größer oder kleiner wird. Bleibt er konstant, so liefert der Delta-Modulator einen dauernden Bitwechsel

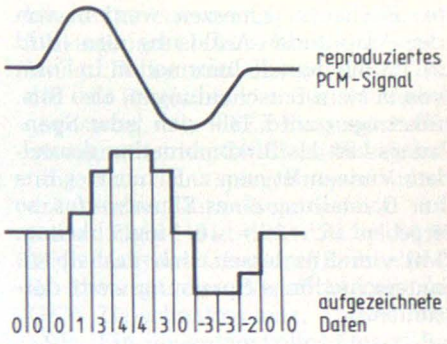


Bild 2. Die Puls-Code-Modulation überträgt das Nf-Signal als Folge von diskreten Meßwerten; je genauer die Messungen erfolgen, d. h. je mehr Bits pro Wert aufgezeichnet werden, desto besser wird das Originalsignal reproduziert. Die noch vorhandenen eckigen Kanten können von einem Tiefpaß leicht beseitigt werden

Die Sample-Frequenz muß daher sehr hoch gewählt werden, was wiederum zu einer hohen notwendigen Bandbreite des Digitalsignals führt.

Zweitens liefert ein Deltamodulator bei fehlendem Nf-Eingangssignal am Ausgang die halbe Sample-Frequenz, da ein dauernder Bitwechsel auftritt. Diese Frequenz muß wirksam gesiebt werden, da sie sonst ihrerseits zu Intermodulationseffekten bei leisen Passagen und zu einem schlechten Störabstand führt.

Puls-Code-Modulation

Für die digitale Tonaufzeichnung, z. B. auf Magnetband, wird heute durchweg die PCM-Technik verwendet. Dabei geht man von folgender Überlegung aus: Übertragen wird der momentane Signalwert nicht direkt als Spannung, sondern als digital verschlüsselter Meßwert. Das kann man sich so vorstellen, daß ein schnelles Digitalvoltmeter pausenlos mit hoher Folgefrequenz seine Meßergebnisse als rein digitales Datensignal auf Band aufzeichnet. Bei der Wiedergabe dient dann eine digital steuerbare Spannungsquelle dazu, den ursprünglichen Signalwert wiederherzustellen.

Schon 1948 erkannte Claude Shannon, der Begründer der Informationstheorie, daß für die einwandfreie Reproduktion des ursprünglichen Signals diese Abtastung mit der doppelten Frequenz der maximalen zu erwartenden Signalfrequenz erfolgen muß. Das bedeutet, daß man für eine HiFi-Aufzeichnung mit 20 kHz Nf-Bandbreite 40 000mal pro Sekunde den momentanen Amplitudenwert abtasten und als digitalen Meßwert aufzeichnen muß.

Die Exaktheit des wiedergegebenen Nf-Signals hängt schließlich noch davon ab, wie genau die Amplitudenwer-

te überhaupt gemessen werden, von der Amplituden-Auflösung also (*Bild 2*). Da die digitale Information in Form von Ja-Nein-Entscheidungen, also Bits, übertragen wird, läßt sich jeder Spannungswert als Bitkombination darstellen. Verwendet man z. B. nur vier Bits zur Darstellung eines Signalwertes, so ergeben sich $2^4 = 16$ Möglichkeiten. Mit vier Bits lassen sich deshalb 16 unterschiedliche Spannungswerte darstellen.

Das reicht für eine HiFi-Übertragung mit ihrer großen Dynamik natürlich bei weitem nicht aus. Manchmal arbeitet man daher mit 12 Bits pro Meßwert; damit lassen sich $2^{12} = 4096$ unterschiedliche Spannungswerte darstellen. Der heutige Standard sind jedoch 14 Bit entsprechend 16 384 Spannungswerten.

Daraus läßt sich nun unmittelbar die erreichbare Dynamik errechnen. Bedenkt man, daß ja positive und negative Spannungswerte auftreten, so kann man bei Beschränkung auf nur eine Polarität nicht mehr 16 384, sondern nur noch 8182 Werte darstellen. Dies bedeutet, daß das lauteste darstellbare Signal 8182mal lauter ist als das leiseste noch verarbeitbare. Dies entspricht einer Dynamik von $20 \cdot \log (8182) = 78{,}26$ dB, ein im Vergleich zur analogen Magnetband-Aufzeichnung hervorragender Wert (linear bewertet).

Ein erheblicher Nachteil der PCM-Tonaufzeichnung ist, daß nur ein einziges falsch übertragenes Bit einen sehr lauten „Knack" bei der Wiedergabe hervorrufen kann, z. B. bei Fehlern im Bandmaterial (Drop-Outs). Um dies zu vermeiden, arbeitet man bei der PCM-Tonaufzeichnung mit unterschiedlichen Fehlererkennungsverfahren. Tritt bei einem Amplitudenwert dann ein Übertragungsfehler auf, der z. B. durch eine falsch erkannte Prüfsumme registriert wird, so ersetzt man ihn entweder durch den vorhergehenden Wert oder aber auch durch den Mittelwert des vorhergehenden und des folgenden.

Sowohl für die Delta-Modulation als auch für die PCM-Aufzeichnung gilt, daß die Bandbreite des Digitalsignals wesentlich größer ist als die des ursprünglichen Nf-Signals. Deshalb ist z. B. eine Ausstrahlung von PCM-Signalen über UKW-Rundfunksender bei unserer Frequenzknappheit völlig undenkbar. Dagegen wurden schon erfolgreiche Versuche unternommen, PCM mit nur 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit (Sanyo-Elcaset-System) aufzuzeichnen. Fe.

Dolby C contra High-Com

Herr Schummer von Dolby Lab. stellte in Köln das neuentwickelte Rauschverminderungs-System aus seinem Hause vor (*Bild 1*). Es wird Dolby C genannt und soll, wie High-Com, ebenfalls eine Verbesserung von 20 dB ermöglichen. Die Grundidee des neuen Systems besteht darin, zwei Dolby-B-Schaltkreise hintereinanderzuschalten. Wie Dolby B arbeitet Dolby C ebenfalls im Frequenzbereich oberhalb 1 kHz. *Bild 2* zeigt die nachträglich in den Recorder DX 2060 von Kenwood eingebauten Platinen.

Derzeit liegen die Kosten des neuen Systems etwa beim 2,5fachen des Dolby-B-Systems, sie werden sich aber verringern, wenn Mitte dieses Jahres die derzeit erforderlichen zwei Dolby-ICs in einem gemeinsamen Gehäuse integriert sein werden.

Die Kompatibilität zwischen den beiden Systemen ist insofern gegeben, als daß Dolby C bespielte Kassetten auf Dolby-B-Geräten ohne Pegelsprünge wiedergegeben werden können und Aufnahmen mit Dolby-B-Geräten in Dolby-C-Recordern problemlos verwendbar sind. Es ist damit zu rechnen, daß die neuen, mit Dolby C ausgerüsteten Geräte auf Dolby B umschaltbar sind.

Bild 1. Herr Schummer von Dolby Lab. führt auf einem umgebauten Kenwood-Kassettenrecorder das neuentwickelte Rauschverminderungssystem vor

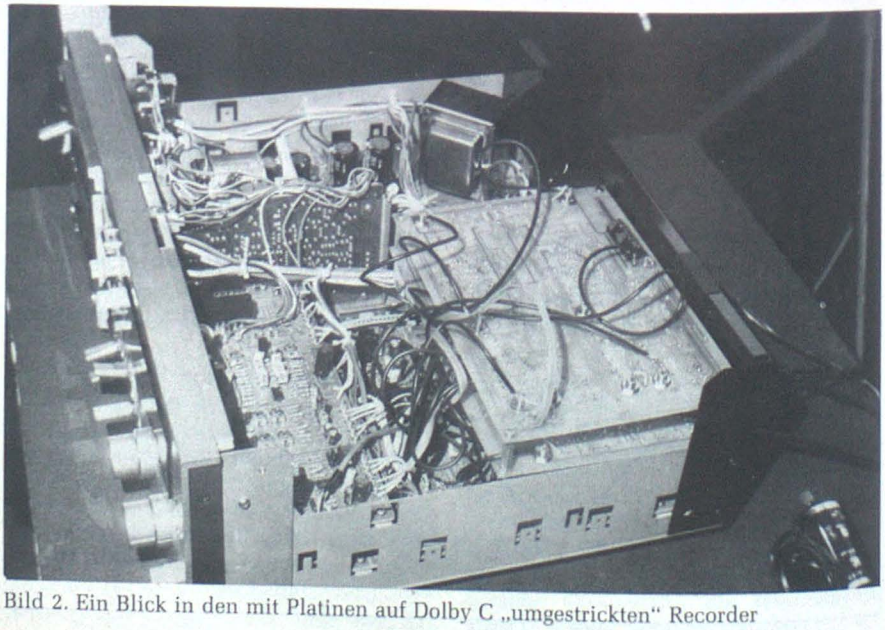


Bild 2. Ein Blick in den mit Platinen auf Dolby C „umgestrickten" Recorder

Rainer Lichte

Gebrauchstest

Weltempfänger ICF-2001

Nachdem sich in den letzten Jahren einerseits das Hobby „Kurzwellenweitempfang" immer weiterer Verbreitung erfreut und andererseits immer mehr Weltreisende Vergnügen an handlichen Kurzwellenempfängern zum Hören heimatlicher Wellen finden, hat Sony einen Weltempfänger mit bisher nicht gekannten Eigenschaften auf den deutschen Markt gebracht. Durch Verwendung eines Mikroprozessors bieten sich neue Möglichkeiten.

Entsprechend den in der Bundesrepublik von der Deutschen Bundespost festgelegten Bestimmungen (Allgemeine Genehmigung) ist der ICF-2001 gegenüber seiner Original-Version in der FTZ-genehmen Ausführung in seinen möglichen Empfangsbereichen abgemagert. Die ursprünglich noch vorhandenen Frequenzbereiche 76...87,5 MHz und 26 100...30 000 kHz mußten zur Erlangung der FTZ-Prüfnummer U 185 durch technische Maßnahmen gesperrt werden. Trotz dieser Einschränkung sind die wesentlichen Eigenschaften dieses vielseitigen Gerätes erhalten geblieben. Einen Überblick über die technischen Daten des ICF-2001 gibt die *Tabelle*.

Ohne Drehung

Der ICF-2001 (*Bild 1*) kann nur über die Bedienung eines Tastenfeldes auf eine gewünschte Empfangsfrequenz abgestimmt werden. Ein Abstimmknopf üblicher Bauart ist nicht vorhanden. Von „leicht gewöhnungsbedürftig" bis „absolut unmöglich" lauten hier die Urteile der Benutzer. Wer einen Drehknopf gewohnt ist, der wird sich nicht ohne Schwierigkeiten mit der rein digitalen Bedienungsweise dieses Gerätes anfreunden können. Jedoch zeigt sich jeder erfreut, der eine bestimmte Frequenz hören möchte, diese eintastet und sofort erfolgreich ist. Hier beginnt nämlich die Freude mit dem ICF-2001. Hat man Unterlagen über Frequenzen und deren Benutzung zur Hand (z. B. das WRTH – World Radio and TV Handbook – oder die Große Sendertabelle – RPB 46 – oder noch besser aktuelle Frequenzlisten der großen DXer-Verbände wie „weltweit hören" oder „Kurzwelle aktuell"), so gelingt selbst der Empfang relativ seltener Sender auf Anhieb. Die eingetastete Frequenz wird mit mehr als ausreichender Genauigkeit vom Gerät angewählt. Gibt man die Frequenzen einiger Eichwellensender in die insgesamt sechs Speicher ein, schaltet den Überlagerer ein und fragt die Speicherfrequenzen der Reihe nach ab, so zeigt sich, daß die Ablage vom Sollwert um 100 Hz beträgt. Auch bei längerem Betrieb ist die Drift des Oszillators unbedeutend.

Gediegene Ausstattung

Was die Ingenieure von Sony alles in das doch verhältnismäßig kleine Gehäuse (31 cm x 17,1 cm x 5,6 cm) hineingepackt haben, kann sich sehen lassen. Da ist zunächst der Hf/Zf-Teil des AM-Bereiches, der mit Antennenanpassung, FET-Eingangsstufen, quarzgesteuerter Zweifach-PLL-Schaltung und dem spiegelfrequenzunterdrückenden Doppelsuperprinzip aufwartet. Dabei liegt die 1. Zf bei 66,35 MHz (Aufwärtsmischung), und die 2. Zf benutzt den Verstärkerzug der UKW-Zwischenfrequenz, also 10,7 MHz. Ein neuentwickeltes Quarzfilter ergibt eine deutlich bessere Selektion als die üblicherweise verwendeten Keramikfilter, die in dieser Preisklasse Standard sind.

Bild 1. Erst mit den richtigen Unterlagen über Sendefrequenzen und Sendezeiten kann man die Vorzüge eines Empfängers mit digitaler Frequenzeingabe richtig ausnutzen. Der ICF-2001 bietet alle Voraussetzungen für einen geplanten Kurzwellenempfang

Die in drei Stufen schaltbare Antennenabschwächung wird fast nur beim Betrieb mit externen Antennen benutzt. Die eingebaute Teleskopantenne für Frequenzen über 2143 kHz (darunter dient zusätzlich eine Ferritantenne als „Elektronensammler") liefert nur in seltenen Fällen Eingangsspannungen, die die Vorstufe zu unschönen Erscheinungen veranlassen. Bei Langdraht-Antennen ist die Abschwächung jedoch zwingend notwendig, um nicht in den verschiedensten Effekten wie Zustopfen oder Kreuzmodulation zu ersticken. Die fünfstufige LED-Zeile erweist sich in der Regel als wenig brauchbar. Die zur Abstimmung der besten Antennenanpassung gedachten Einsteller kann man nach Gehör wesentlich besser einregeln. Die Schraubklemmen zur Befestigung der externen Antenne passen wohl besser in eine Puppenstube, sind also in der Praxis nur schwer zum Halten eines Drahtes zu bewegen – und das auch nur für eine kurze, bewegungslose Zeit. Eine richtige Koaxial-Buchse, gleich welcher Bauart, wäre hier angebrachter gewesen. Es tröstet nur, daß die Eingangsimpedanz ca. 75 Ω beträgt. Relativ problemlos ist der Empfang von Telegrafie- oder Einseitenbandsendungen. Zwar ist kein echter Einseitenbandempfang möglich (Produkt-Detektor), jedoch erlaubt die Feinverstimmung von ±6 kHz eine relativ feinfühlige Einstellung.

Suchlauf unbefriedigend

Der Suchlauf des Gerätes arbeitet im AM-Bereich in 3-kHz-Schritten und auf UKW in 100-kHz-Schritten. Die Grenzen des abzusuchenden Bereichs lassen sich innerhalb des Gesamt-Empfangsbereichs frei wählen. Die Meinungen über den Nutzen dieses Suchlaufs gehen allerdings auseinander. Festgestellt wurde jedoch von allen am Test Beteiligten, daß ein definiertes Anhalten des Suchlaufs nicht sicherge-

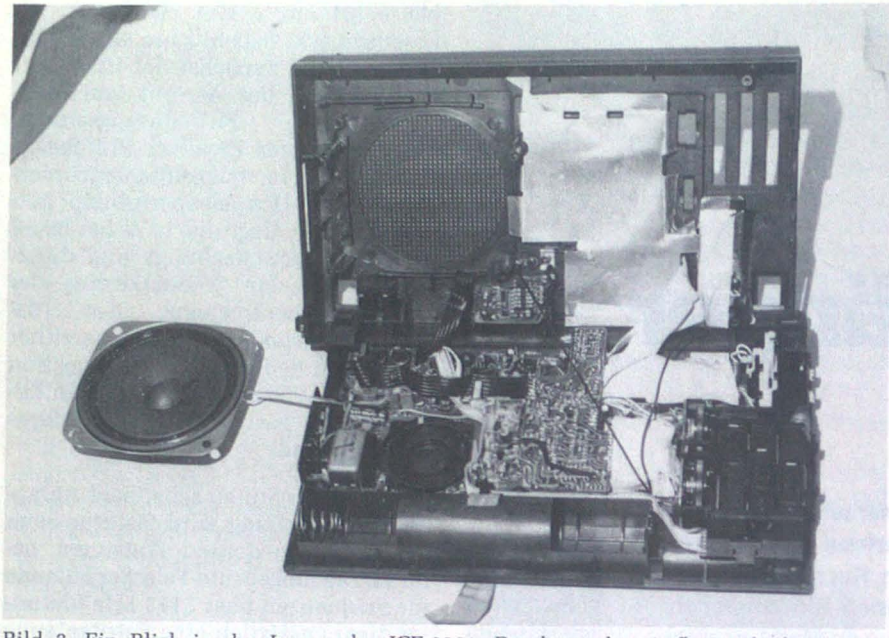


Bild 2. Ein Blick in das Innere des ICF-2001. Der kompakte Aufbau erfordert einige Abschirmmaßnahmen

Tabelle: Technische Daten und Meßwerte des ICF-2001

Gerätetyp	kleines Kofferradio
Schaltungstyp KW, MW, LW	Doppelsuper in PLL-Technik
Frequenzbereiche	150...26 100 kHz 87,5...108 MHz
Frequenzanzeige	digital, 5stellig, LCD
Ablesegenauigkeit	LMK: 1 kHz, UKW: 100 kHz
Frequenzstabilität	besser als 300 Hz/Stunde
Grundfehler (Quarztoleranz)	–91 Hz
LMK-Bereich	
Empfindlichkeit an 75 Ω	10 dB S+N/N, 2,4 µV
Modulation AM, 400 Hz, 30 %	26 dB S+N/N, 38 µV
Selektion 6 dB/60 dB	3,7 kHz/9,2 kHz
Spiegelfrequenzsicherheit	besser als 80 dB
Zf-Festigkeit	besser als 70 dB
AGC-Regelbereich	ca. 65 dB
Abstimmanzeige	Anfang 4 µV Mitte 10 µV Ende 25 µV
UKW-Bereich	
Empfindlichkeit bei 92 MHz, 400 Hz, 40 kHz Hub	3,2 µV für 20 dB S+N/N
Nf-Teil	
Leistung, Sinus	0,9 W, 10 % THD
Frequenzgang (± 3 dB)	46 Hz...12,3 kHz
Tonblenden	± 6 dB
Sonstiges	
Stromversorgung	2 x Mignon, 3 x Monozelle
Anschlüsse	Antenne, Erde, Ohrhörer, Tonaufnahme, externe Zeitschaltuhr, Netzteil (Sony AC-122)
Leistungsaufnahme	ca. 1,6 VA
Batterieverbrauch (Monozellen)	sehr hoch, nur 3...10 Stunden Betrieb mit einem Batteriesatz möglich
Abmessungen	31 cm x 17,1 cm x 5,6 cm
Masse	1,85 kg mit Batterien
Zubehör	Ohrhörer, Drahtantenne, Betriebsanleitung
Bestückung	48 Transistoren, 11 FET, 30 Dioden 9 ICs, 1 Mikroprozessor Typ LR 3613 (Sharp)
Preis	ca. 600 DM
FTZ-Nummer	U 185

stellt ist. Auch die Stellung des Antennenanpassungs-Einstellers hat hierauf eine unkontrollierbare Auswirkung. Hingegen wurde allgemein die Möglichkeit gewünscht, mittels einer Rauschsperre Sendepausen von störendem Rauschen zu befreien.

Die Digitalanzeige ist gut ablesbar und auch beleuchtbar. Der Sleep-Timer erlaubt nach einer in Zehn-Minuten-Stufen gestaffelten Zeit bis maximal 90 Minuten, welche auch über das LCD-Display angezeigt wird, vorprogrammiertes Ausschalten.

Hoher Stromverbrauch

Obwohl der ICF-2001 seine überwiegende Anwendung als Reiseempfänger finden dürfte, hat er einen Nachteil, der bei anderen Reiseempfängern wohl zur Abwertung führen würde: Sein Stromverbrauch ist enorm hoch. Je nach Qualität der verwendeten Monozellen (insgesamt drei) ergibt sich eine Betriebsdauer von drei (!) bis etwa zehn Stunden (bei Langlebens-Batterien). Die beiden Stützbatterien für den Mikroprozessor halten hingegen fast ein ganzes Jahr. Leider hat das Gerät keine Batterieanzeige, jedoch hört man an den Nf-Verzerrungen, besonders im UKW-Bereich schon früh, deutlich den Schwund an Batterie-Energie. Nicht immer ist ein handelsübliches Steckernetzteil, welches ohnehin in 4,5-V-Ausführung selten erhältlich ist, für die Energieversorgung ausreichend, da immerhin ein Strom von 350 mA benötigt wird. Kein Wunder: In den Nf-Stufen befinden sich noch richtige Übertrager; man glaube es kaum, aber in einem Gerät dieses Baujahrs befindet sich noch eine waschechte Eisen-Nf-Endstufe (*Bild 2*).

Nichts Vergleichbares auf dem Markt

Nun aber genug der sicherlich berechtigten Kritik. Führt man sich den Endverkaufspreis von ca. 600 DM oder weniger vor Augen, so ist der gelieferte Gegenwert durchaus fair. Die vielfältigen Möglichkeiten werden nicht nur in den ersten Stunden viel Freude bringen. Dank Markierungen an den Bedientasten ist auch für Sehbehinderte eine problemlose Bedienung des ICF-2001 möglich. Auch für Einsteiger in das DX-Hobby bietet sich hier eine preiswerte Möglichkeit an. Als Reisebegleiter ist dieses Gerät an Niveau und Größe, Preisklasse und Empfangsleistung bisher ohne Konkurrenz und als Vorbild für eine zukünftige Generation von Kurzwellenempfängern zu betrachten.

Robert R. Kühn

Neues Berufsbild

Staatlich geprüfter Techniker der Fachrichtung Funktechnik (Seefunk)

Die Aufgabenbereiche des Funkoffiziers in der Schiffahrt haben sich in den vergangenen Jahren verändert, und noch gravierendere Änderungen stehen bevor. Es ist darum notwendig gewesen, die strikte Bindung an das bisherige Berufsbild „Seefunker" aufzulösen.

Die neue Ausbildung zielt auf das viel umfassendere Berufsbild „Techniker der Fachrichtung Funktechnik" und macht es möglich, innerhalb dieses Rahmens wahlweise eine Tätigkeit an Bord oder an Land auszuüben. Es ist auch kein Geheimnis gewesen, daß die alte Ausbildung schwerwiegende formale Mängel hatte. Sie war weder bildungsrechtlich noch arbeits- oder sozialrechtlich einwandfrei abgesichert. Die neue Ausbildung hat die formalen Mängel nicht mehr. Dies kommt nicht nur in der neuen Bezeichnung des Berufsabschlusses zum Ausdruck.

Wie hat nun der Gesetzgeber – Bund und Länder – die neue Ausbildung ausgestattet, damit der Absolvent sich für eine Tätigkeit nicht nur in einem einzigen Beruf, sondern innerhalb eines ganzen Berufsfeldes entscheiden kann?

Die neue Ausbildung

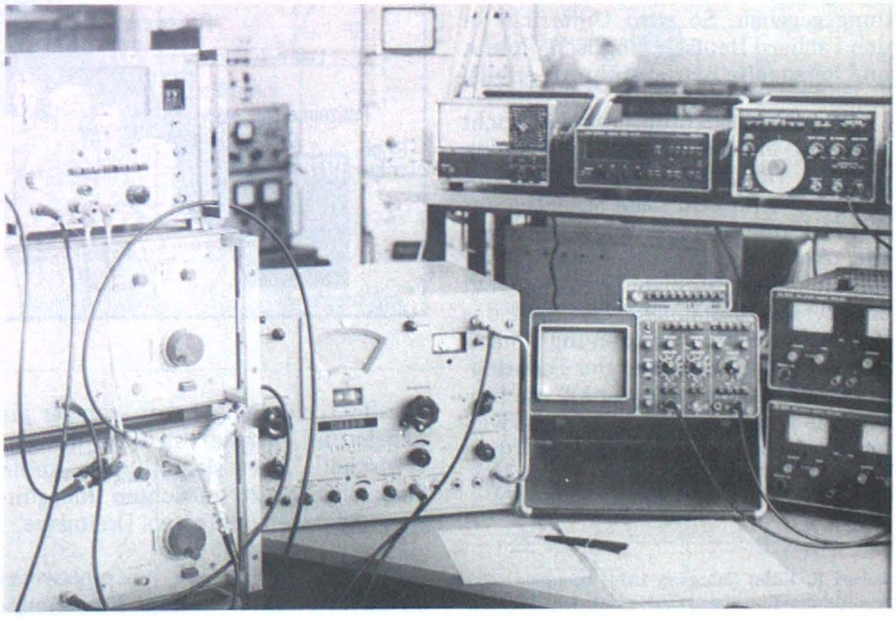
Die neu verordnete Ausbildung ist eine volle Techniker-Ausbildung nach den Richtlinien der Kultusminister-Konferenz (KMK). Damit ist sie bildungsrechtlich festgelegt. Weil derartige Ausbildungsvorschriften mit den Sozialpartnern abgestimmt werden, haben sie ausschlaggebende Bedeutung im Arbeits- und Tarifrecht. Der nach den neuen Ausbildungs- und Prüfungsordnungen ausgebildete und geprüfte Techniker läßt sich nun endlich tarifrechtlich eindeutig einordnen.

Die neue Ausbildung war auch aufgrund der technischen Entwicklung überfällig geworden. Die rasche Entwicklung der Nachrichten- und Informationstechnik hat natürlich auch auf die Schiffahrt übergegriffen. Eine eigene Technologie der Schiffahrt auf den Gebieten der Elektronik gibt es nicht mehr. Man findet an Bord nur noch diejenigen Baugruppen und Bauelemente, die die Elektronik-Industrie in großer Stückzahl für Anwender auf den verschiedensten Gebieten bereitstellt. Eine Beschränkung der Ausbildung auf den Seefunk konnte sich eine Ausbildungsstätte schon lange nicht mehr leisten. Digitaltechnik und Mikroprozessortechnik sind bei den Neuentwicklungen der Schifffahrtselektronik genauso selbstverständlich wie in anderen Zweigen der Technik. Die Nachrichtentechnik und Ortungsfunktechnik im Bereich der Schiffahrt geht wie anderswo allmählich im Gesamtgebiet der Informationsverarbeitung auf.

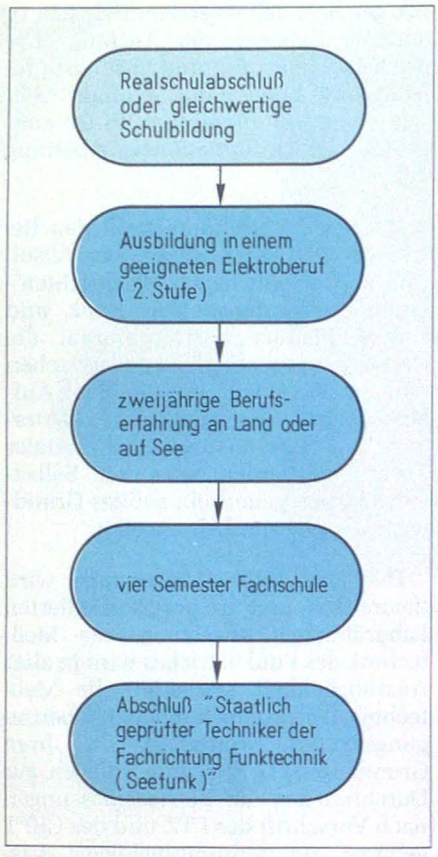
Die neue Ausbildung stellt den Betrieb in den Vordergrund. Der Absolvent soll gelernt haben, Nachrichten-/Datenübertragungen über Funk und andere Medien durchzuführen, die Übertragungsqualität zu überwachen und notfalls wiederherzustellen. Aufbereitung der Signale und ihre Übertragung mit Hilfe analoger und digitaler Techniken werden behandelt. Selbstverständlich gehört ein solides Grundlagenwissen zum Lehrangebot.

Die allgemeine Meßtechnik wird theoretisch und in praxisorientierten Laborübungen angeboten, die Meßtechnik des Funkbetriebes wird in aller Ausführlichkeit erarbeitet, die Meßtechnik der drahtgebundenen Übertragungstechnik wenigstens in ihren Grundzügen. Geräte und Anlagen zur Durchführung der Betriebsmessungen nach Vorschrift des FTZ und des CEPT gehören zur ordnungsmäßigen Ausstattung im Rahmen der neuen Ausbildung (*Bild*)

Bei der Durchführung von Übertragungen sind außer technischen auch verwaltungsmäßige Abmachungen und Vorschriften zu beachten. Sie sind



Schülerarbeitsplatz mit Meßaufbau zur Messung aller Betriebskennwerte eines Funkempfängers (nach FTZ-Richtlinie). Gemessen werden u. a. Empfindlichkeit, Intermodulation, Kreuzmodulation und Nachbarkanaldämpfung. Im Hintergrund: Spektrumanalysator, thermischer Leistungsmesser und andere Meßeinrichtungen für Betriebsmessungen an Sendern und anderen Übertragungseinrichtungen



durch die vielfältigen internationalen Verflechtungen des Fernmeldeverkehrs gegeben. Das Fach Fernmelderecht hat darum in dem neuen Ausbildungsgang einen beachtlichen Stellenwert. Andere Unterrichtsfächer sind durch die bundeseinheitlichen Abmachungen über die Techniker-Ausbildung gegeben. So wird Unterricht in den Fächern Deutsch, Englisch, Politik und Personelle Betriebsführung erteilt.

Die verlangte Vorbildung entspricht der der meisten Techniker-Schulen (*Grafik*). Die Ausbildung dauert vier Semester und wird nach Maßgabe des Arbeitsförderungsgesetzes gefördert. Die Ausbildung schließt mit einer staatlichen Prüfung ab. Der Absolvent erhält nach bestandener Prüfung das Recht, die Berufsbezeichnung „Staatlich geprüfter Techniker der Fachrichtung Funktechnik (Seefunk)" zu führen. Die Bundespost händigt ohne weitere Prüfung das Allgemeine Funkzeugnis für den Seefunkdienst aus.

Der Absolvent hat auf diese Weise die Freiheit, sich gleich oder später für eine Tätigkeit an Bord oder an Land zu entscheiden. Denkbare Tätigkeit an Land sind u. a.: Servicetechniker in den verschiedensten Sparten der Elektronik; Betrieb und betriebstechnische Überwachung von Nachrichteneinrichtungen bei öffentlichen und privaten Arbeitgebern; Planung; Vertrieb, Dokumentation.

Auskünfte erteilt u. a. der Fachbereich Seefahrt der Fachhochschule Hamburg, Fachschulzug, Rainvilleterrasse 4, 2000 Hamburg 50. Weitere Ausbildungsstätten befinden sich in Niedersachsen (Leer), Bremen und Schleswig-Holstein (Lübeck).

Robert R. Kühn (Jahrgang 1924) beendete seine Ausbildung zum Funkoffizier mit dem Seefunkzeugnis 1. Klasse und war anschließend bis 1945 Funkoffizier in der Versorgungsschiffahrt. Nach dem Krieg schloß er eine Lehre im Elektrohandwerk ab und studierte im Abendstudium an der Fachhochschule Hamburg. Dort ist er seit 1952 Dozent im heutigen Fachbereich Seefahrt.

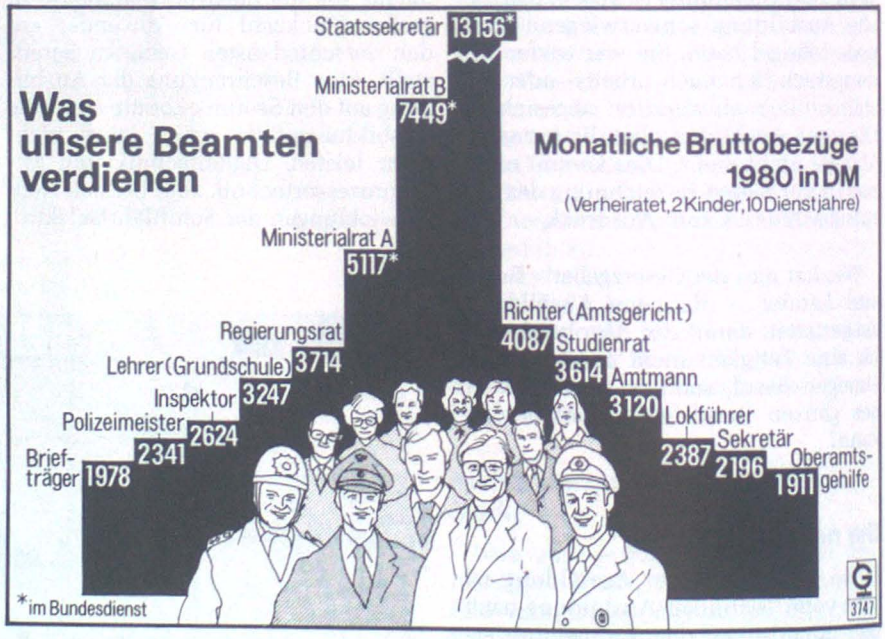
Attraktiver Staatsdienst

„Wenig, aber das wenige sicher" – das war in früheren Zeiten kennzeichnend für den Sold im öffentlichen Dienst. Daran hat sich mittlerweile allerlei geändert; die Beamten haben durchaus Anschluß an die allgemeine Verdienstentwicklung gefunden. Üppig geht es in den unteren Rängen der Beamtenhierarchie dennoch nicht zu. Beamten im einfachen Dienst, also etwa Briefträger, Amtsgehilfen oder Zugschaffner, verdienen eher weniger als ungelernte Arbeiter in der übrigen Wirtschaft. Aber sie brauchen keine Sozialabgaben zu entrichten und günstige Altersversorgung als Dreingabe.

Im mittleren Dienst – beispielsweise Lokführer, Sekretäre oder Polizeimeister – gibt es ein paar Hunderter mehr. Aber die 3000-DM-Grenze wird – immer gerechnet für Beamte mit zwei Kindern und durchweg 10 Dienstjahren – erst im gehobenen Dienst überschritten. Dazu zählen Beamte wie Inspektoren, Amtmänner und Lehrer an der Grundschule; die meisten von ihnen haben Abitur.

Finanziell angenehm wird es dann im höheren Dienst, für den freilich auch ein abgeschlossenes Studium Voraussetzung ist. Das beginnt beim Regierungs- und Studienrat und endet in den höchsten Höhen der Ministerialbürokratie. Ein Staatssekretär in Bonn findet beispielsweise Monat für Monat brutto 13 156 DM auf seiner Gehaltsabrechnung vor. Über 1000 DM davon sind „Ministerialzulage", also eine Zulage für den besonders verantwortungsvollen Dienst im Regierungsgeschäft.

Die 1911 DM für den Oberamtsgehilfen und die 13 156 DM für den Staatssekretär kennzeichnen die Spannweite des Verdienens im Staatsdienst. In der übrigen Wirtschaft dürfte die Spannweite weit größer sein. Kp.



Dieter Nührmann

Bauelemente in Theorie und Praxis

(32)

Eine Serie für alle, die es noch nicht wissen oder wieder vergessen haben

Ein einfacher Impedanzwandler mit einem MOSFET ist in *Bild 188* gezeigt mit den Werten: $V_u \approx 0{,}94$; $f_u \approx 5$ Hz; $r_a \approx 750\ \Omega$.

Bild 189 zeigt einen Impedanzwandler, aufgebaut mit MOSFET und bipolarem Transistor, der folgende Daten aufweist: $V_u \approx 0{,}95$; $f_u \approx 5$ Hz; $r_a \approx 30...47\ \Omega$. Folgende Einstellungen sind vorzunehmen: R einstellen auf I_D mit 0,5...1,5 mA; $U_{DS} > 4$ V.

Einen Impedanzwandler mit Bootstrapschaltung und bipolarem Transistor mit extrem hohem Eingangswiderstand zeigt *Bild 190*. Die Verstärkung V_U beträgt ca. 0,96. *Bild 191* zeigt, wie mit einem MOSFET ein Multivibrator für lange

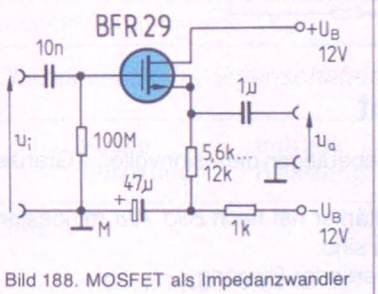


Bild 188. MOSFET als Impedanzwandler

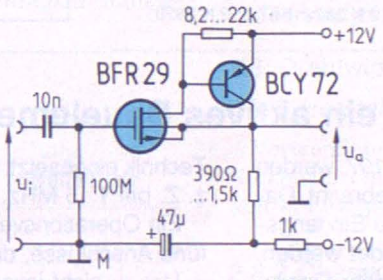


Bild 189. Verstärker mit einem MOSFET und bipolarem Transistor mit geringem Ausgangswiderstand

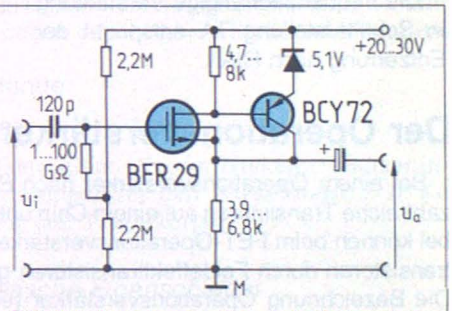


Bild 190. Impedanzwandler mit Bootstrapschaltung mit extrem hohem Eingangswiderstand

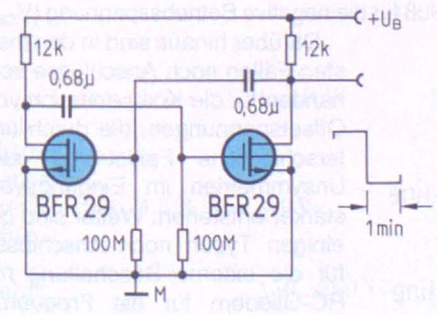


Bild 191. Multivibrator mit MOSFETs für lange Taktzeiten

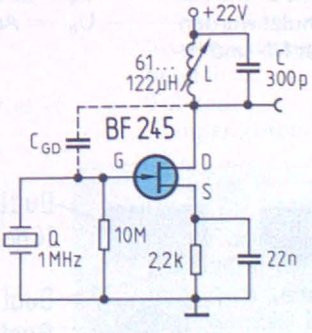


Bild 192. Quarzoszillator für 1 MHz

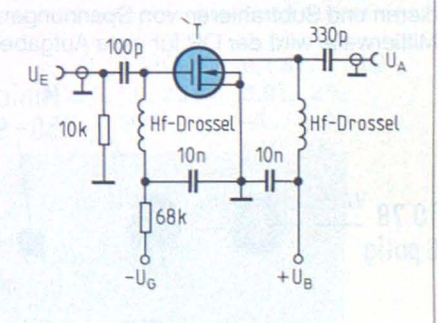


Bild 193. Hf-Verstärker in Sourceschaltung

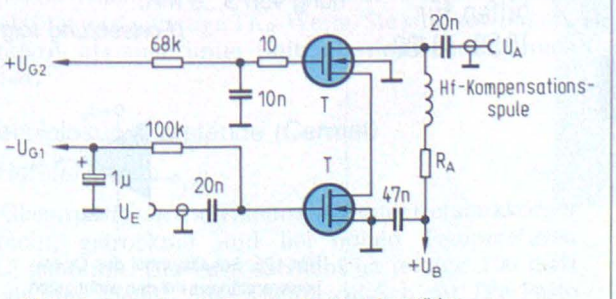


Bild 194. Kaskodestufe für einen Breitbandverstärker

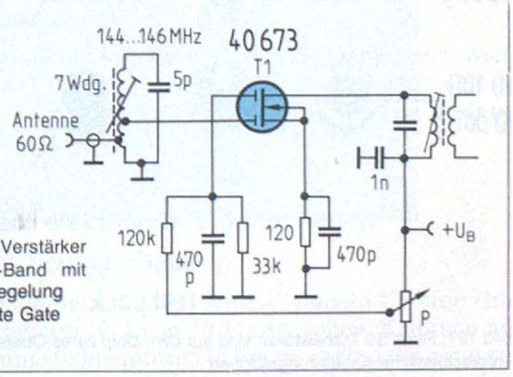


Bild 195. Hf-Verstärker für das 2-m-Band mit Verstärkungsregelung über das zweite Gate

Taktzeiten (ca. 1 min) aufgebaut werden kann. Weitere Anwendungen aus der Hf-Technik zeigen die *Bilder 192...195.*

Als letztes praktisches Beispiel für die Anwendung von FETs in der Nf-Technik zeigt *Bild 196* einen rauscharmen Vorverstärker (s. a. FETs und VMOS, Franzis-Verlag). In der Eingangsstufe werden zwei Komplementär-Sperrschicht-FETs eingesetzt, die gegenseitig als Arbeitswiderstände wirken. Der Arbeitswiderstand wird mit dem Trimmer P1 so eingestellt, daß der Klirrgrad auf ein Minimum sinkt.

Die Anpassung der Schaltung an die Eingangspegel für Mikrofon, Tonband und magnetischen Tonabnehmer wird durch Umschaltung der Rückkopplung mit dem Schalter S vorgenommen. Die Eingangsempfindlichkeiten für die Ausgangsspannung U_A = 100 mV sind:

Mikrofon	1 mV
Tonband	35 mV
magn. TA (bei 1000 Hz)	3 mV

Die frequenzabhängige Verstärkung in Schalterstellung TA entspricht der Entzerrung nach RIAA.

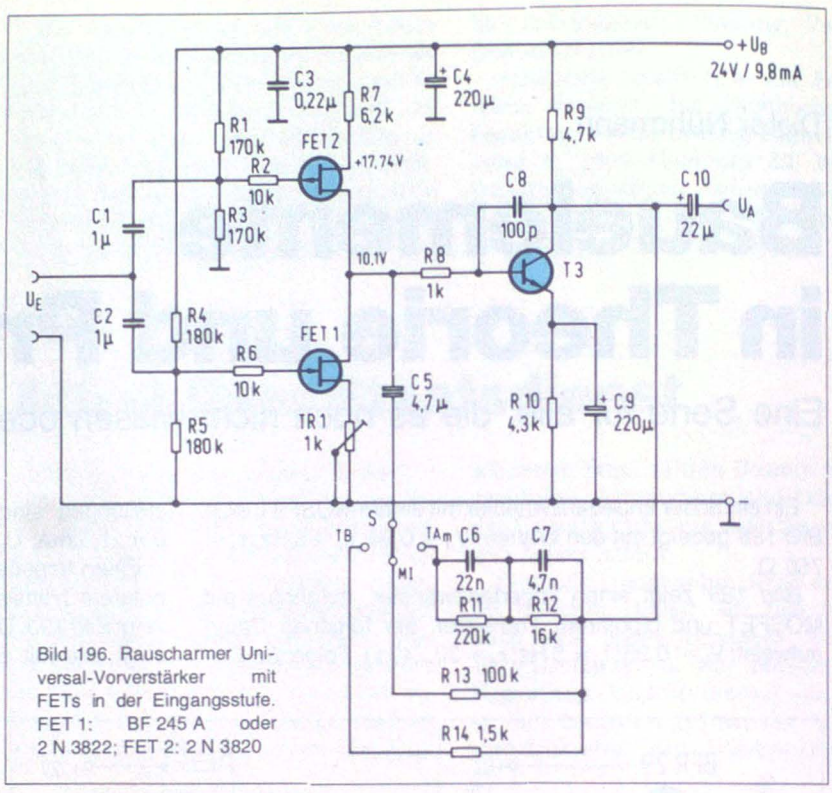


Bild 196. Rauscharmer Universal-Vorverstärker mit FETs in der Eingangsstufe. FET 1: BF 245 A oder 2 N 3822; FET 2: 2 N 3820

Der Operationsverstärker – ein aktives Bauelement

Bei einem Operationsverstärker nach *Bild 197* werden zahlreiche Transistoren auf einem Chip untergebracht. Dabei können beim FET-Operationsverstärker die Eingangstransistoren durch Feldeffekttransistoren gebildet werden. Die Bezeichnung Operationsverstärker (englisch: Operational Amplifier) ist aus der Anfangszeit der Operationsverstärker zu verstehen, als diese noch vorwiegend zur Durchführung von Operationen der einfachen Arithmetik wie Addieren und Subtrahieren von Spannungen benutzt wurden. Mittlerweile wird der OP für viele Aufgaben der Nf- und Hf-Technik eingesetzt. Dabei liegen die – sinnvollen – Grenzen z. Z. bei 1...5 MHz.

Ein Operationsverstärker hat nach *Bild 198* mindestens fünd Anschlüsse, das sind:

$+ U_{E1}$ = nicht invertierender Eingang,
$- U_{E2}$ = invertierender Eingang,
U_A = Ausgang,
$+ U_B$ = Anschluß für die positive Betriebsspannung (V_{SS}),
$- U_B$ = Anschluß für die negative Betriebsspannung (V_{EE}).

Darüber hinaus sind in den meisten Fällen noch Anschlüsse vorhanden für die Kompensation von Offsetspannungen, die durch unterschiedliche Fehlströme oder Unsymmetrien im Eingangsverstärker entstehen. Weiter sind bei einigen Typen noch Anschlüsse für die externe Beschaltung mit RC-Gliedern für die Frequenzkompensation vorgesehen. Der Ruhestrom – ohne Ansteuerung – von OPs liegt in der Größenordnung von 3...5 mA.

(Fortsetzung folgt)

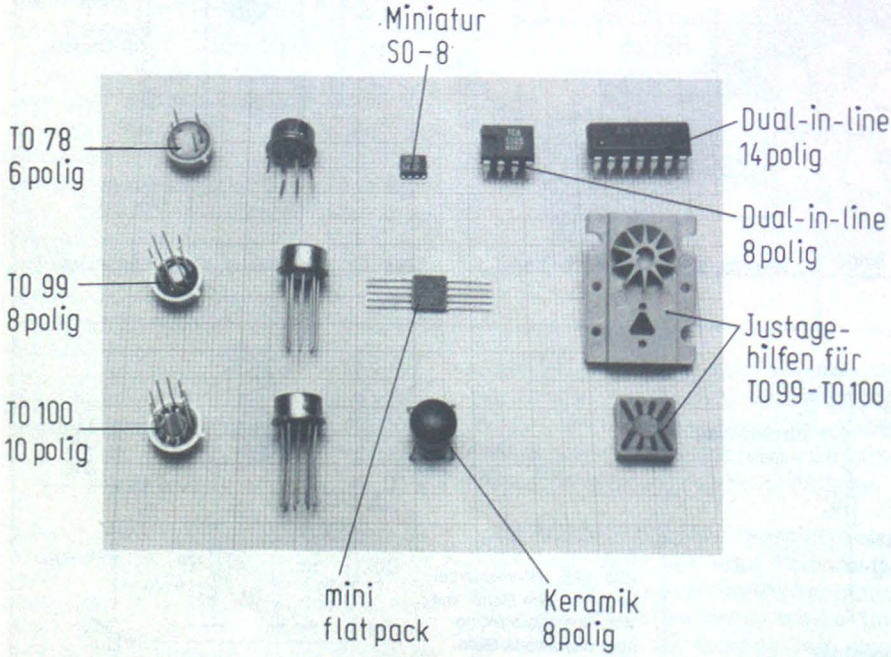


Bild 197: Rund 30 Transistoren sind auf dem Chip eines Operationsverstärkers untergebracht. Das Bild zeigt unterschiedliche Ausführungsformen

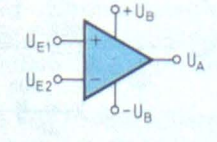


Bild 198. Schaltsymbol des Operationsverstärkers mit den wichtigsten Anschlüssen

Festwiderstände

Wi 31

2. Teil

2.5.3 Anwendung

Da die Oberflächentemperatur hoch ist, müssen diese Lastwiderstände mit einem hinreichend großen Abstand über der gedruckten Schaltung montiert werden. Eine verminderte Wärmeleitfähigkeit der Anschlußdrähte (z. B. Eisendraht mit Kupfermantel) sorgt mit dafür, daß die Lötstellentemperatur den Grenzwert (110 °C) nicht überschreitet (*Bild 4*).

2.6 Metalloxidwiderstände

2.6.1 Herstellung

Das Ausgangsmaterial für die Schicht ist Zinnoxid; es kann mit Oxiden anderer Elemente (z. B. Antimon, Indium, Phosphor, Wismut) vermischt werden. Dadurch lassen sich sowohl der elektrische Widerstand als auch der Temperaturbeiwert verändern, speziell Zinn/Antimon-Oxid-Schichten besitzen einen günstigen TK_R.

2.6.2 Charakteristische Eigenschaften

	kleine Belastung	mittlere Belastung	hohe Belastung
Nennwiderstandsbereich:	1 Ω...2 MΩ	10 Ω...0,1 MΩ	10 Ω...1 MΩ
Toleranz:	1, 2, 5 %	5 %	5 %
Temperaturbeiwert TK_R:	50...250 $\cdot 10^{-6}$/K	< 250 $\cdot 10^{-6}$/K	< 500 $\cdot 10^{-6}$/K
Nennlast P_{70} (bei ϑ_U = 70 °C):	0,1...2 W	1...10 W	10...250 W
Drift nach 10 000 h und Nennlast bei ϑ_U = 70 °C:	0,9...4,5 %	< 9 %	< 9 %
max. Oberflächentemperatur:		150...250 °C	

2.6.3 Anwendung

Metalloxidwiderstände besitzen hohe Zuverlässigkeit, gute Stabilität und günstige TK_R-Werte. Sie sind sowohl unter Standard- als auch unter Halbpräzisions-Bedingungen einsetzbar.

2.7 Metallglasurwiderstände (Cermet)

2.7.1 Herstellung

Eine Glasurpaste wird auf einen Glas- oder Keramikkörper aufgebracht, getrocknet und bei hohen Temperaturen (1150 °C) gebrannt. Die Pastenschicht ist (einige 100 mal) dicker als eine Metall- oder Metalloxid-Schicht. Die Paste besteht aus einer Suspension von Metallteilen in einem organischen Lösungsmittel und Glaspulver.

Als leitendes Material kommt z. B. in Frage: Gold, Palladium, Platin-Iridium, Ruthenium, Silber, Kupfer/Nickel-Legierungen, Tantal, Tantal-Karbid, Titan, Titannitrit, Wolfram-Karbid.

2.7.2 Charakteristische Eigenschaften

Nennwiderstandsbereich:	10 Ω...500 MΩ
Toleranz der Widerstandsnennwerte:	1, 2, 5, 10 %
Temperaturbeiwert TK_R:	100...500 $\cdot 10^{-6}$/K
Nennlast P_{70} (bei ϑ_U = 70 °C):	0,1...6 W
Stabilität (Drift) nach 10 000 h und Nennlast bei ϑ_U = 70 °C:	1...2 %

2.7.3 Anwendung

Für kleine bis sehr hohe Widerstandswerte sowie für Lastwiderstände geeignet. Metallglasurwiderstände sind widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit, Stoß und Vibration.

2.8 Drahtwiderstände

2.8.1 Herstellung

Verwendete Materialien: Kupfer/Nickel-, Manganin-, Nickel/Chrom-Legierungen für den Wickeldraht; z. B. Keramik, Fiberglas für den Trägerkörper.

2.8.2 Charakteristische Eigenschaften

	Standard-Widerstand	Präzisions-Widerstand
Nennwiderstandsbereich:	0,1 Ω...1 MΩ	0,1 Ω...1 MΩ
Toleranz:	1, 2, 5, 10, 20 %	0,01...2 %
Temperaturbeiwert TK_R:	–40...+600 $\cdot 10^{-6}$/K	–1...+100 $\cdot 10^{-6}$/K
Nennlast P_{70} (bei ϑ_U = 70 °C):	1...1000 W	0,25...25 W
max. Oberflächentemperatur ϑ_O:	350...400 °C	
Drift nach 10 000 h und Nennlast bei ϑ_U = 70 °C:	2...10 %	0,005...0,010 %

2.8.3 Anwendung

Drahtwiderstände werden vorzugsweise eingesetzt, wenn hohe Präzision verlangt wird, ferner als Lastwiderstände. Außerdem sind nur sie für hohe Impulsbelastung geeignet [1, 2, 3, 4a, 4b, 5, 7].

3 Besondere elektrische Eigenschaften

3.1 Lastreduzierung (Derating)

Die maximale Belastbarkeit wird allgemein für eine Umgebungstemperatur (ϑ_U) von 70 °C angegeben. Kommen höhere Umgebungstemperaturen in Frage, so sind die dann zu-

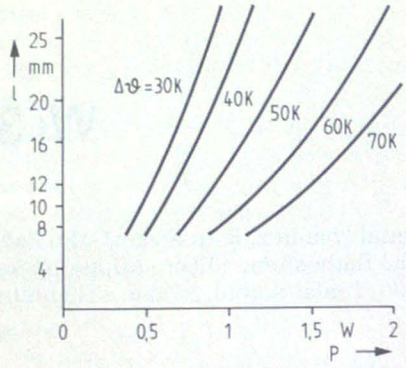


Bild 4. Beziehung zwischen der Belastung P, der Länge l der Anschlußdrähte und der Lötstellentemperatur $\vartheta_{Lötst.} = \vartheta_U + \Delta\vartheta$. Das Diagramm gilt für einen 1,6-W-Metallschichtwiderstand, Baugröße 0411 [2]

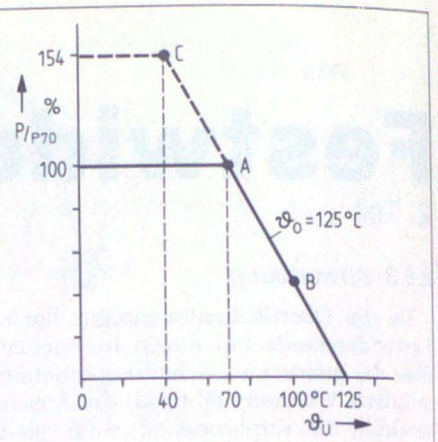


Bild 5. Abnahme der zulässigen Belastung bei Überschreiten des ϑ_U-Wertes 70 °C (Derating-Kurve). Bei kleineren Umgebungstemperaturen, z. B. ϑ_U = 40 °C, kann die zulässige Belastung erhöht werden (Uprating) [1, 4b]

lässigen Belastungen einem „Derating-Diagramm" zu entnehmen (*Bild 5*). Darin ist auf der Ordinate die relative Belastbarkeit, bezogen auf die Nennlast P_{70}, aufgetragen. Liegen die Umgebungstemperaturen niedriger als 70°C, kann die Last gesteigert werden („Uprating"). Dementsprechend gilt in Bild 5:

Punkt A: ϑ_U = 70°C,
Belastbarkeit = Nennlast P_{70};
Punkt B: ϑ_U > 70°C,
Belastbarkeit: < Nennlast P_{70};
Punkt C: ϑ_U = 40°C,
Belastbarkeit > Nennlast P_{70}, im Fall von Kohleschichtwiderständen nach DIN 44 052 ist hier $P = 1{,}54 \cdot P_{70}$.

3.2 Maximale Dauerspannung

Die maximale Dauerspannung ist durch die Spannungsfestigkeit (Überschläge zwischen den Anschlüssen oder Teilen der Wendel) bestimmt und von der Baugröße abhängig (*Tabelle 5*, s. Heft 6/1981, Seite 81).

3.3 Rauschen

An einem Widerstand entstehen bei Stromfluß zwei Rauschspannungen: die Wärmerauschspannung, bedingt durch die thermische Bewegung der Ladungsträger (FtA Rö 81) sowie die materialbedingte Stromrauschspannung (Kontaktrauschen, Belastungsrauschen). Letztere wird durch mikroskopische Inhomogenitäten in der Widerstandsschicht verursacht, steigt proportional zum Quadrat des Stromes und fällt mit wachsender Frequenz (z. B. mit 1/f) ab (vergl. Funkelrauschen).

Das Stromrauschen wird nach einem in DIN 44 049, Bl. 1, angegebenen Verfahren gemessen. Man kann mit folgenden Richtwerten rechnen:

Kohlemasse-Widerstände:	0,1...3	µV/V
Kohleschicht-Widerstände:	0,05...2	µV/V
Metallschicht-Widerstände:	0,01...0,3	µV/V
Metalloxid-Widerstände:	<0,2	µV/V
Metallglasur-Widerstände:	0,1...2,5	µV/V
Draht-Widerstände:	≈0	µV/V

Die *Bilder 6* und *7* zeigen Normgrenzwerte des Stromrauschens für Kohleschicht- und Metallschicht-Widerstände.

3.4 Nichtlinearität

Nichtlinearität bedeutet, daß ein Festwiderstand in seinem Verhalten vom Ohmschen Gesetz abweicht. Bei Beanspruchung des Widerstandes mit einem rein sinusförmigen Strom treten an ihm auch Spannungen für ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz auf (DIN 44 049, Bl. 2). Man mißt die Nichtlinearität (in dB) nach folgender Beziehung:

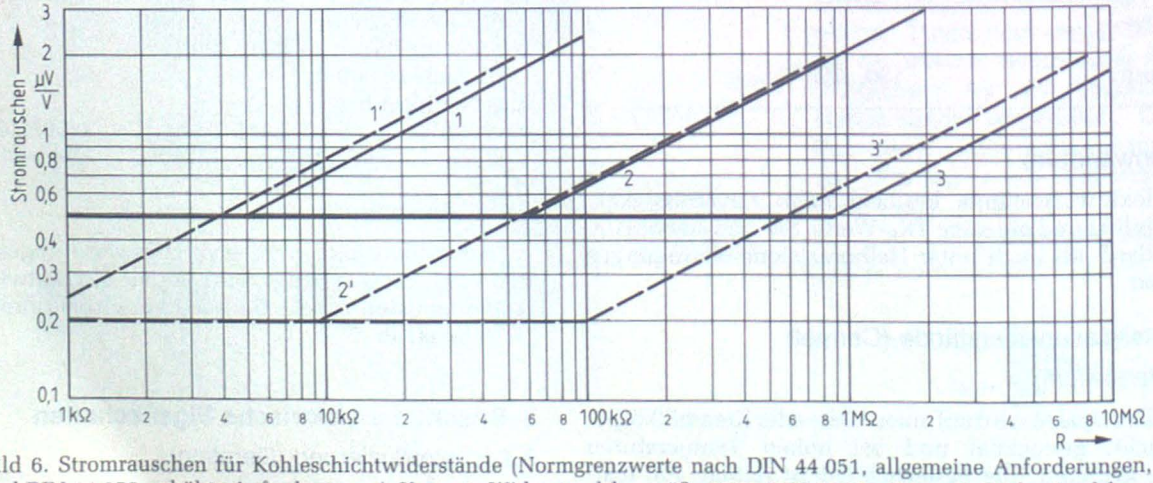


Bild 6. Stromrauschen für Kohleschichtwiderstände (Normgrenzwerte nach DIN 44 051, allgemeine Anforderungen, und DIN 44 052, erhöhte Anforderungen). Kurve 1: Widerstandsbaugröße 0204, DIN 44 051; Kurve 2: Widerstandsbaugröße 0414, DIN 44 051; Kurve 3: Widerstandsbaugröße 0933, DIN 44 051; Kurve 1': Widerstandsbaugröße 0204, DIN 44 052; Kurve 2': Widerstandsbaugröße 0414, DIN 44 052; Kurve 3': Widerstandsbaugröße 0933, DIN 44 052 [4a, 4b]

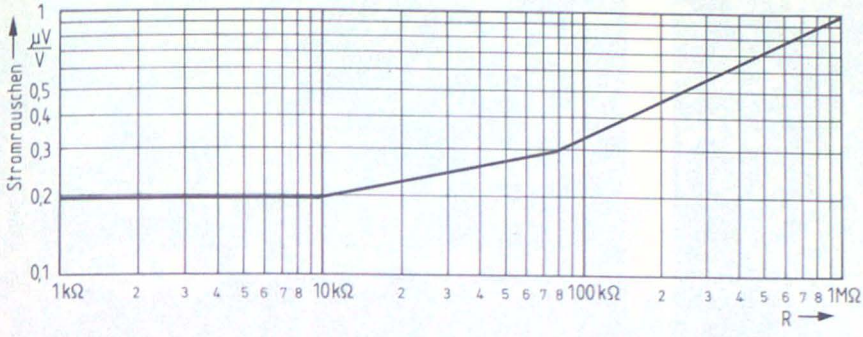


Bild 7. Stromrauschen für Metallschichtwiderstände (Normgrenzwerte nach DIN 44 061) [5]

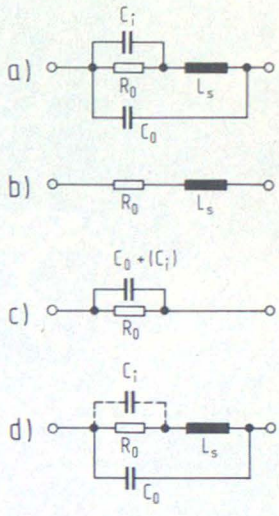


Bild 8. a) Ersatzschaltbild eines Widerstandes; b) Vereinfachung für Widerstände < 200 Ω (Meßfrequenz 250 MHz); c) Vereinfachung für Widerstände > 2 kΩ (Meßfrequenz 250 MHz); d) Für Widerstandswerte zwischen 200 Ω und 2000 Ω muß C_i berücksichtigt werden; der Scheinwiderstand ist annähernd reell, da sich die induktive Komponente (L_s) und die kapazitive Komponente (C_0 und C_i) kompensieren [1]

$$A_3 = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{E_3}$$

Darin ist U_1 = ursprüngliche Sinusspannung, E_3 = EMK der 3. Harmonischen.

3.5 Thermospannungen

Ist ein Schichtwiderstand thermisch unsymmetrisch beansprucht (d. h. die eine Anschlußstelle besitzt eine höhere Temperatur als die andere), so können Thermospannungen entstehen. Dafür werden folgende Richtwerte genannt:

Kohleschicht-Widerstände:	1...3	µV/K
Metallschicht-Widerstände:	3...5	µV/K
Edelmetallschicht-Widerstände:	10...15	µV/K
Metalloxid-Widerstände:	20...30	µV/K

3.6 Frequenzverhalten

Bild 8a zeigt die Ersatzschaltung eines Widerstandes. In Reihe zu dem eigentlichen ohmschen Widerstand R_0 liegt eine kleine Selbstinduktivität L_s und parallel zu beiden die Kapazität C_0, die durch die Anschlußkappen gebildet wird. C_i wird durch die Teilkapazitäten gebildet, die durch die Wendelung entstehen. Je nach Größe von R_0 läßt sich die Ersatzschaltung vereinfachen (Bilder 8a...8d).

Das Frequenzverhalten hängt außer von der Bauform stark vom Einbau und der Umgebung ab. Bei nicht zu langen Zuleitungen (5 bis 10 mm) und üblichen Abständen von der Leiterplatte kann für Schichtwiderstände der Baugröße 0204...0933 folgende Faustregel angewendet werden: Bei einer Meßfrequenz von 250 MHz ist bei Widerständen < 200 Ω der Scheinwiderstand induktiv, bei Widerständen von 200...500 Ω ist der Scheinwiderstand reell, und bei Widerständen > 500 Ω ist der Scheinwiderstand kapazitiv [1, 2, 3, 4a, 4b, 5, 9].

4 Trägerkörper

Die Trägerkörper müssen verschiedene Bedingungen erfüllen:

- Es wird eine hohe Festigkeit verlangt. Diese ist einmal für das Aufziehen oder Aufpressen der Kappen wichtig, zum anderen müssen die Widerstände die beim Transport und Einbau entstehenden sowie die im Gerät auftretenden Beanspruchungen (Stoß, Vibration) aushalten können.
- Das Material muß eine gute Wärmeleitfähigkeit besitzen, denn nur dann erhält man eine gute gleichmäßige Temperaturverteilung längs der Achse und sog. „hot spots" werden vermieden. Da der Höchstwert der Temperatur für die Belastbarkeit maßgebend ist, lassen sich dann auch höhere Belastungswerte einstellen oder kleinere Baugrößen wählen (wichtig für die Miniaturisierung).
- Die Gleichstromfestigkeit soll hoch, d. h. die Ionenleitfähigkeit gering sein. Ist diese Forderung nicht erfüllt, dann verhalten sich die Widerstände bei Gleichstrombelastung anders als bei Wechselstrombelastung. Außerdem verschlechtern sich Drift und Zuverlässigkeit. Um dieser Bedingung zu genügen, verwendet man alkalifreie Werkstoffe.
- Die Forderung nach Temperaturwechselbeständigkeit verlangt ein Material mit kleinem Ausdehnungskoeffizienten. Es werden dann bei schnellen Temperaturänderungen Risse in der Schicht oder im Trägerkörper vermieden. Eine solche stark wechselnde Temperaturbelastung tritt z. B. beim Beschichten auf.
- Das Material soll frei von Verunreinigungen, insbesondere frei von Eisenoxiden sein.
- Die Oberflächenbeschaffenheit ist entscheidend für die Qualität des Schichtwiderstandes. Sie beeinflußt folgende Parameter: Haftfestigkeit der Schicht, Stabilität (Drift), Rauschen und auch den Temperaturkoeffizienten. Hinsichtlich der Haftfestigkeit bestehen zwischen Kohleschicht- und Metallschichtwiderständen keine Unterschiede in den Forderungen an die Oberflächenbeschaffenheit.

Eine gleichmäßige Oberfläche erreicht man durch homogenen Scherbenaufbau[4]) und ein feinkristallines Gefüge. Der Werkstoff Thomit 600 z. B. zeigt einen nahezu linearen Verlauf der thermischen Ausdehnung bei steigender Temperatur. Außerdem läßt sich damit eine Oberfläche herstellen, die nur feine, geschlossene Poren aufweist. Das ist ein für Laserabgleich besonders wichtiger Vorteil.

Bild 9 zeigt vergrößert die Oberfläche eines Thomit-600-Körpers und im Vergleich dazu die eines Steatit-221-K-Kör-

[4]) In der Keramiktechnik: die gebrannte Grundmasse unter Glasur.

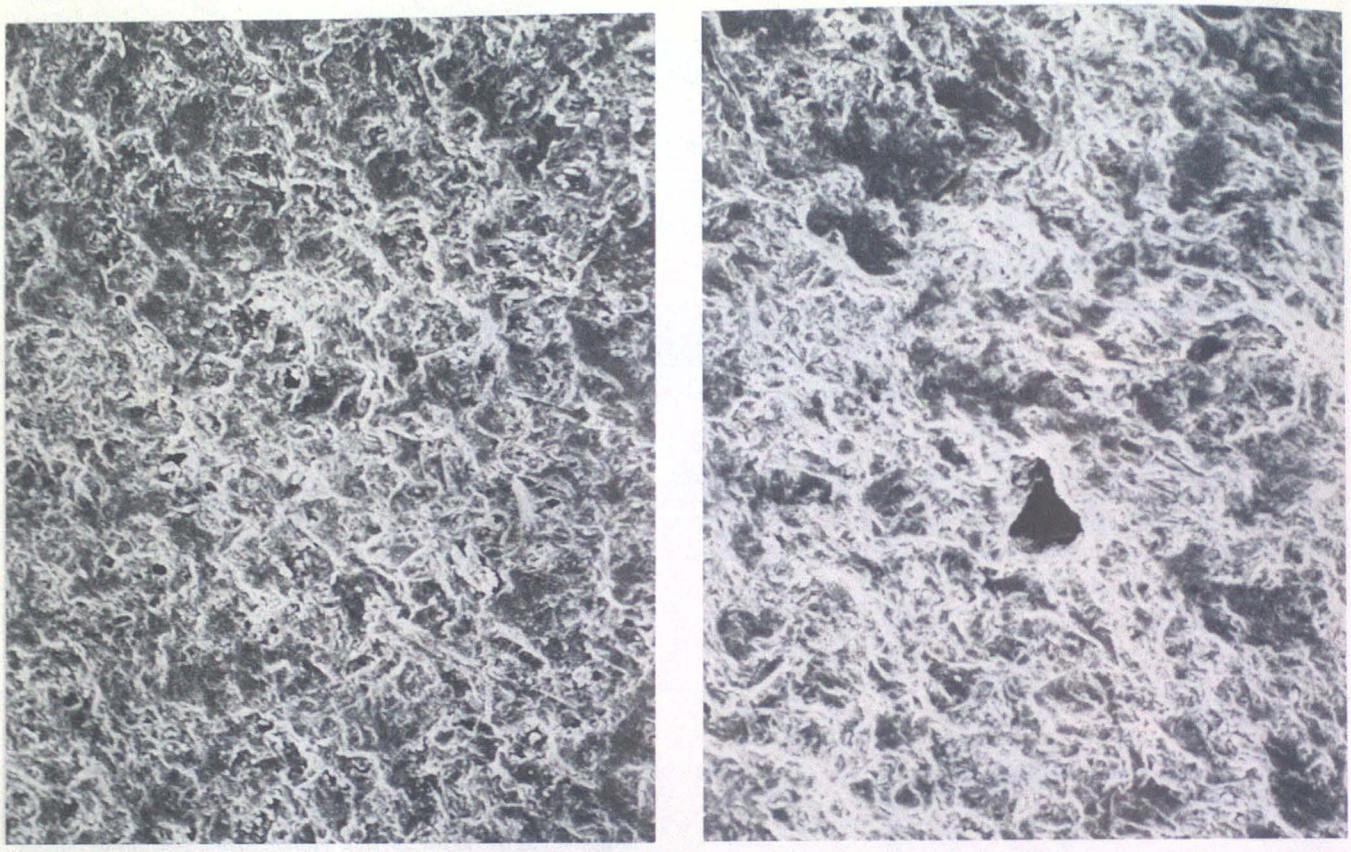


Bild 9. Zwei Aufnahmen von Oberflächen von Widerstands-Trägerkörpern (Rosenthal-Technik); links: Thomit 600, verbesserte Oberflächeneigenschaften mit nur feinen geschlossenen Poren; rechts: Sondersteatit 221 K [11]

pers. Die erwähnten Vorteile des Thomit 600 sind leicht erkennbar.

Natürlich spielt auch das Verhältnis D/L eine wesentliche Rolle (D = Durchmesser, L = Länge des Trägerkörpers):
D/L groß: Vorteilhaft für gleichmäßige Temperaturverteilung und gute Wärmeableitung; nachteilig für hohe Widerstandswerte und hohe Betriebsspannungen.
D/L klein: Vorteilhaft für hohe Widerstandwerte und hohe Spannungen; nachteilig für höhere Belastungen (hot spots).

Normalerweise arbeitet man mit einem Verhältnis D/L von 1 : 3 bis 1 : 4 [1, 7, 11].

Literatur

[1] *Hofste, J.; Kasdorp, J.:* Festwiderstände, Materialien und Eigenschaften. Valvo-Sonderdruck (Jahrbuch der Unterhaltungselektronik 79).
[2] Valvo-Handbuch: Festwiderstände 1979.
[3] Siemens-Datenbuch: Widerstände 1976.
[4] Kohleschicht-Festwiderstände; deutsche Normen: a) DIN 44 051 für allgemeine Anforderungen, b) DIN 44 052 für erhöhte Anforderungen, c) DIN 44 055 für erhöhte Anforderungen mit kleiner Drift und kleinem Ausfallquotienten (Beuth-Verlag, Berlin).
[5] Metallschicht-Festwiderstände; deutsche Normen: DIN 44 061 für erhöhte Anforderungen mit kleinem Temperaturkoeffizienten (Beuth-Verlag, Berlin).
[6] Beyschlag-Datenbuch KS 7903: Kohleschicht-Widerstände, Standard.
[7] *Düll, H.:* Zuverlässigkeit und Driftverhalten von Widerständen. Beyschlag-Sonderdruck (Radio Mentor 1967, Heft 7, S. 533, Heft 8, S. 600, Heft 9, S. 697).
[8] Beyschlag-Datenbuch SP 7903: Kohleschicht- und Metallschicht-Widerstände.
[9] Beyschlag-Datenbuch MHS 8004: Metallschichtwiderstände, Harmonische Serie.
[10] Metallschichtwiderstände. Matsushita Electric/Quick-Ohm.
[11] Informationen der Firma Rosenthal-Technik über Widerstands-Tragkörper.
[12] *Peschl, H.:* Zur Kennzeichnung von Widerständen. FUNKSCHAU 1979, Heft 8, S. 439.

In eigener Sache

In diesem Jahr erscheinen die Funktechnischen Arbeitsblätter im dreißigsten Jahrgang. Dipl.-Ing. Rudolf Schiffel war nicht nur geistiger Vater dieser Rubrik, er ist bis auf den heutigen Tag verläßlicher Stammautor geblieben, obgleich er schon seit einigen Jahren im Ruhestand ist.

Die Arbeitsblätter waren ursprünglich als Hilfsmittel für den Ingenieur konzipiert gewesen: Formelsammlungen, Umrechnungstabellen, Kurven und Nomogramme waren Grundbestandteile. Die Entwicklung immer neuer Bauteile als Folge einer aufblühenden Halbleitertechnik wies den Funktechnischen Arbeitsblättern aber vielfach Aufgaben zu, die über den Bereich der Funktechnik weit hinausgingen. Oft genug mußten sie zusammengefaßtes Basiswissen über Neuentwicklungen bringen, weil die entsprechenden Fachbücher noch nicht geschrieben waren.

Heute ist die Situation etwas anders. Die Firmen stellen in ihren Druckschriften die Grundlagen der entsprechenden Bauelemente meist den eigenen Tabellen und Kurven voraus. Mit der RPB-Fachbuchreihe hat der Franzis-Verlag ferner preisgünstige Elektronik-Taschenbücher im Programm, die eventuelle Lücken besser schließen können als eine Loseblattsammlung in der FUNKSCHAU. Wir möchten unsere Leser daher schon heute darauf hinweisen, daß wir ab Sommer 1981 zunächst einmal eine „Denkpause" in Sachen FtA einlegen wollen.

Die Redaktion

Dr. E. Christian

Internationale Standardisierung der Kassettentonbänder

Die für den Verbraucher wegen der angebotenen Vielfalt recht unübersichtliche Situation bei unbespielten Kassettentonbändern könnte sich durch eine internationale Standardisierung (IEC-Publikation 94, Teil 5), die auf eine äußere Kennzeichnung der Kassetten hinausläuft, deutlich verbessern.

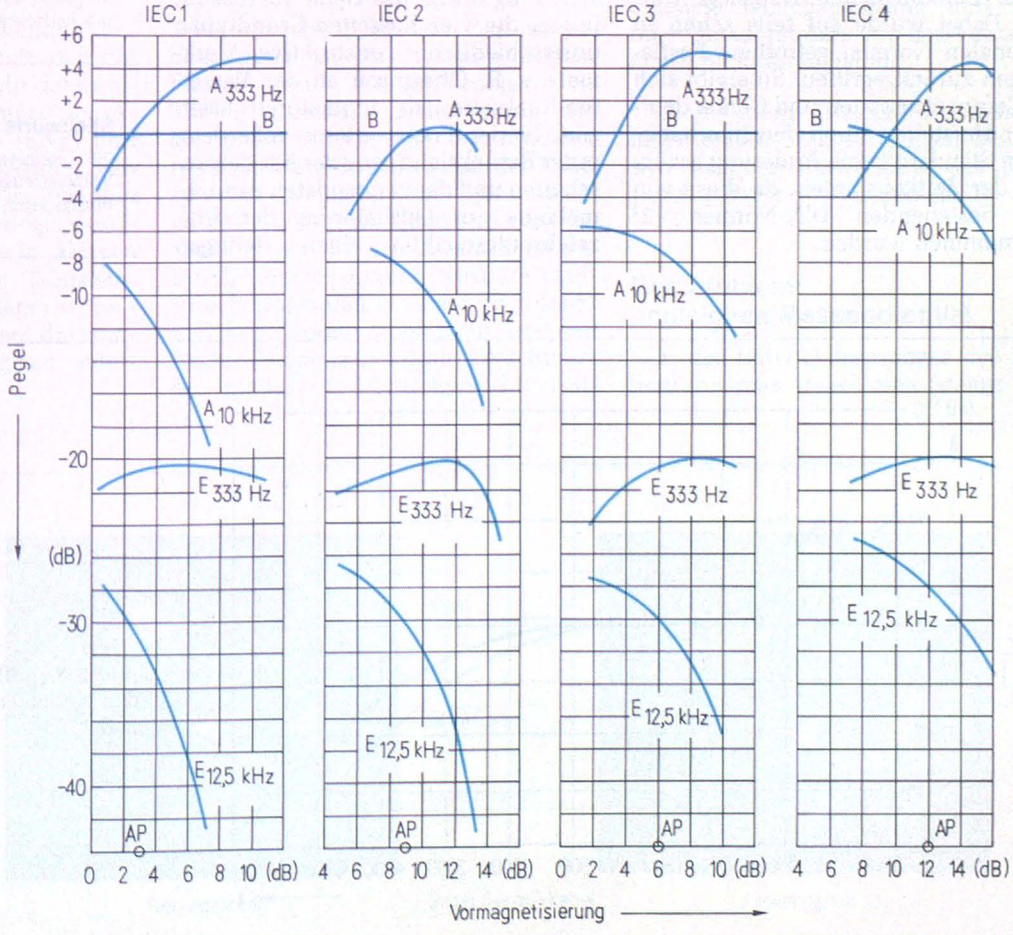
Dazu wurden in dem dafür zuständigen Gremium der IEC (International Electrotechnical Comission), der Working Group WG 14 des Sub-Committee SC 60A, jahrelange Verhandlungen geführt, bei denen die DIN-Vertreter maßgeblichen Einfluß ausübten. Als Ergebnis dieser Verhandlungen wurden vier Grundtypen festgelegt, deren wichtigste elektroakustische Eigenschaften durch ein Referenz-Leerband (Bezugsband) fixiert sind.

Für die vier Kassettentonband-Grundtypen wurden die in der *Tabelle* angeführten Referenz-Leerbänder festgelegt. Die Festlegung eines Referenz-Leerbandes für den Bandtyp IEC 4 ist noch offen. IEC 4 ist als Reineisenband oder Metallpulverband bekannt und der jüngste Bandtyp.

Die von verschiedenen Bandherstellern vorgestellten Muster sind sich recht ähnlich, so daß man hier als Prototyp von dem am meisten bekannten Metallpulverband „Metafine" der Firma 3M-Company ausgehen kann [1]. Referenz-Leerbänder können von den angegebenen Hersteller-Firmen bezogen werden. Damit diese für eine absehbare Zeit in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, mußten sich die Hersteller verpflichten, diese in Großchargen auf Vorrat zu produzieren.

Die vier Grundtypen im Vergleich

Bild 1 zeigt die wichtigsten elektroakustischen Kennlinien der vier



1. Die wichtigsten elektroakustischen Kennlinien der vier Kassettentonband-Grundtypen (A = Vollaussteuerung, B = normgemäßer Bezugspegel, E = Empfindlichkeit)

Grundtypen. Die Spaltbreite des Aufnahmekopfes betrug 1,2 µm effektiv. Die Wiedergabeentzerrung war einheitlich für alle Bandtypen 3180 µs für die Tiefen und 70 µs für die Höhen. Die Bandgeschwindigkeit war normgemäß 4,76 cm/s. Die eingezeichnete Linie „B" entspricht dem normgemäßen Bezugspegel als Effektivwert eines Bandflusses je mm Bandbreite bei 315 Hz im Kurzschluß von 250 pWb. Die Vollaussteuerungskennlinien „A" beziehen sich auf einen Klirrfaktor k_3 = 3 %. Demgegenüber sind die Empfindlichkeitskennlinien „E" etwa 20 dB unter dem Bezugspegel aufgenommen. Auf den Abszissen sind praxisbezogene Arbeitspunkte „AP" eingezeichnet. Setzt man den Arbeitspunkt von IEC 1 (Fe_2O_3) gleich 0 dB, so liegt IEC 2 (CrO_2) um 6 dB höher, IEC 3 (Fe_2O_3 + CrO_2) um 3 dB höher und IEC 4 (Fe) um 9 dB höher.

Bei der Durchführung von Band-Vergleichsmessungen, insbesondere innerhalb der Normengremien, müssen vollkommen gleichartige Tonköpfe, sogenannte Referenzköpfe (Bezugsköpfe), verwendet werden. Zur Sicherstellung der Austauschbarkeit bespielter Kassetten von Gerät zu Gerät, mußte außerdem der magnetische Bandflußverlauf für die einzelnen Grundtypen durch Zeitkonstanten festgelegt werden. Dabei wurde auf teils schon in nationalen Normen getroffene Festlegungen zurückgegriffen. So ergibt sich für Compactcassetten und Geräte deutscher Hersteller durch den internationalen Standard keine Änderung bezüglich der Zeitkonstanten, da diese von den bestehenden DIN-Normen [2] übernommen wurden.

Tabelle: Die vier Referenz-Leerbänder

Bandtyp	Magnetschicht	Charge/Hersteller	Bandfluß-Zeitkonstante
IEC 1	Fe_2O_3	R 723 DG/BASF	3180 µs/120 µs
IEC 2	CrO_2	C 401 R/BASF	3180 µs/ 70 µs
IEC 3	Fe_2O_3 + CrO_2	CS 301/Sony, M 10655TE/Agfa	3180 µs/ 70 µs
IEC 4	Fe	–	3180 µs/ 70 µs

Bild 2 zeigt den Bandflußverlauf entsprechend den Normblättern DIN 45 513, Teil 6, und DIN 45 513, Teil 7, der jetzt auch zum internationalen Standard erklärt wurde. Um diesen genormten Bandflußverlauf zu erreichen, sind für die vier Grundtypen beim Aufnahmevorgang nicht nur unterschiedliche Arbeitspunkte, sondern aufgrund des unterschiedlichen Kennlinienverlaufs nach Bild 1 auch unterschiedliche Aufnahmeentzerrungen erforderlich.

Die für die vier Grundtypen erforderliche Schaltstellung bei Aufnahme muß mit einem Handschalter vorgenommen werden. Bei der IEC liegen Anträge vor, eine automatische Umschaltung durch das Gerät vorzusehn, indem die vier Kassetten-Grundtypen unterschiedliche konstruktive Merkmale, z. B. Öffnungen an der Kassetten-Rückseite, als Indikatoren besitzen. In der Praxis gilt es außerdem, unter Berücksichtigung der Bandeigenschaften und der verwendeten Aufnahmeköpfe zur Optimierung der Aufzeichnungsqualität einen richtigen Kompromiß zwischen Arbeitspunkt und Aufnahmeentzerrung zu finden. Zur Aufzeichnung und Löschung des extrem hochkoerzitiven Metallpulverbandes IEC 4 sind Spezialköpfe [3] mit hohem Sättigungsfluß erforderlich, da andernfalls die Spaltkanten übersteuert werden, was eine Verzerrung der Aufzeichnung zur Folge hat.

Literatur

[1] *Christian E.:* Eisenpulver-Cassettentonband mit hohem Energiewert. Funktechnik 1979, Heft 2, S. T 86.

[2] DIN 45 513, Teil 6 und Teil 7. DIN-Bezugsband 4,75 für Magnetband 4.

[3] *Christian E.:* Tonköpfe für energiereiche Metallpulver-Cassettentonbänder. Grundig Technische Informationen 1979, Heft 4, S. 213.

Stichworte zum Inhalt

IEC, Referenz-Leerband, Bandflußverlauf, Vollaussteuerungskennlinie, normgemäßer Bezugspegel, Empfindlichkeitskennlinie.

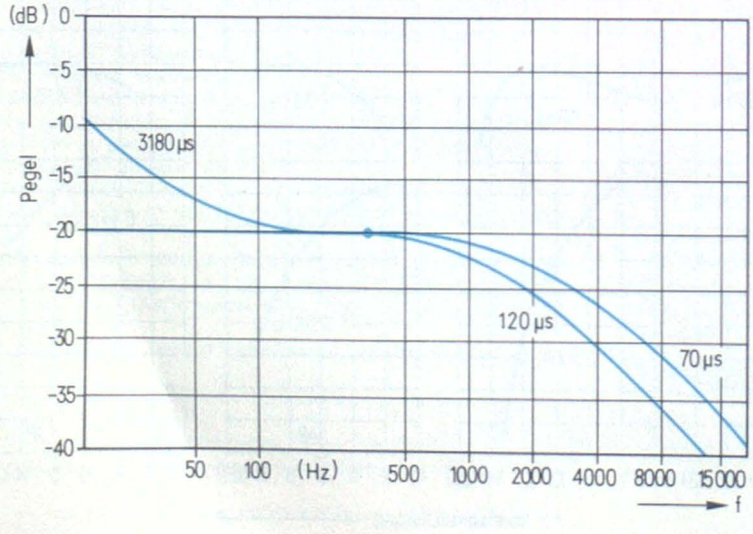


Bild 2. Bandflußverlauf entsprechend den Normblättern DIN 45 513, Teil 6 und 7

Max Winter

HiFi in „Doppel-Super-Servo"-Technik

Das Ausmaß der technologischen Weiterentwicklung auf dem Gebiet der Nf-Verstärker ist bemerkenswert. Verstärker, die noch vor einigen Jahren im Nf-Bereich angewandt wurden, sind heute sowohl technisch als auch in bezug auf die Tonqualität überholt. In nur wenigen Jahren haben sich die Verstärker vom trafo-gekoppelten über den kondensator-gekoppelten bis hin zum Gleichstromverstärker gewandelt, der eine neue Klangdimension schuf. Ohne Koppelkondensatoren, die Frequenzgang und Phasentreue beeinträchtigen, wird mühelos ein Übertragungsbereich bis zu 0 Hz erreicht. Phasendrehungen im Audio-Bereich stellen kein Problem mehr dar.

Der Verzicht auf Koppelkondensatoren bedeutet allerdings auch, daß der Verstärker durch nichts mehr daran gehindert wird, auch unerwünschte, extrem niedrige Frequenzen (ENF) und sogar Gleichstromkomponenten zu verstärken. Gleichstromkomponenten und ENF entstehen in der Regel durch Temperaturschwankungen in aktiven Schaltelementen, wie z.B. Transistoren. Dies kommt besonders in Leistungsendstufen zum Tragen, die ständig starken Lastschwankungen unterliegen.

Man denke in diesem Zusammenhang auch an die systembedingten Rausch- und Funkelstörungen im Transistorkristall (Löcherstrom), die bis in den Subsonic-Bereich hinunter reichen. Die Schwingspulen der Lautsprecher reagieren auf diese unerwünschten Signale ebenso wie auf Signale innerhalb des Audio-Bereichs. Durch Gleichspannung wird die Lautsprechermembran konstant ausgelenkt und kann somit nicht mehr frei den Audio-Frequenzen folgen. ENF hingegen moduliert das Original-Musiksignal und führt zu unerwünschten Verzerrungen. Diese Intermodulationsprodukte, insbesondere bei angeschlossenen Lautsprechern (interphase intermodulation), führen zu einem verwaschenen Klangbild. Die Einzelinstrumente stehen nicht mehr konturiert an ihrem Platz, und die Tiefenstaffelung geht zum Teil verloren.

Subsonic gegen Unterschallkomponenten

Auch birgt ein vom Eingang bis zum Ausgang gleichspannungsgekoppelter Verstärker für die Endstufe und die daran angeschlossenen Lautsprecher Gefahren in sich. Gefährliches Aufschaukeln von Unterschallkomponenten durch elektrische Rückwirkung von den Lautsprechern kann zur Zerstörung der Lautsprecherboxen oder der End- und Treiberstufen führen. Um diese Mängel auszuschalten, stattete man den gleichspannungsgekoppelten Verstärker mit einem Subsonic-Filter aus. Dieses besteht aus RC-Kombinationen, die wiederum Phasendrehungen verursachen. Die absolute Phasentreue des DC-Verstärkers geht dadurch zum Teil wieder verloren. Da dieses Filter im Eingang des Verstärkers sitzt, kann es auch in der Endstufe selbst erzeugte Gleichspannung und ENF oder Umkehrströme von den Lautsprechern nicht ausschalten.

Diese, dem Gleichstromverstärker anhaftenden Mängel führten bei Onkyo Corp. zur Entwicklung des „Doppel-Super-Servo"-Systems (DSS).

Das Problem: ungleiches Massepotential

In der Entwicklungsphase des DSS berührte man dabei eine Menge von

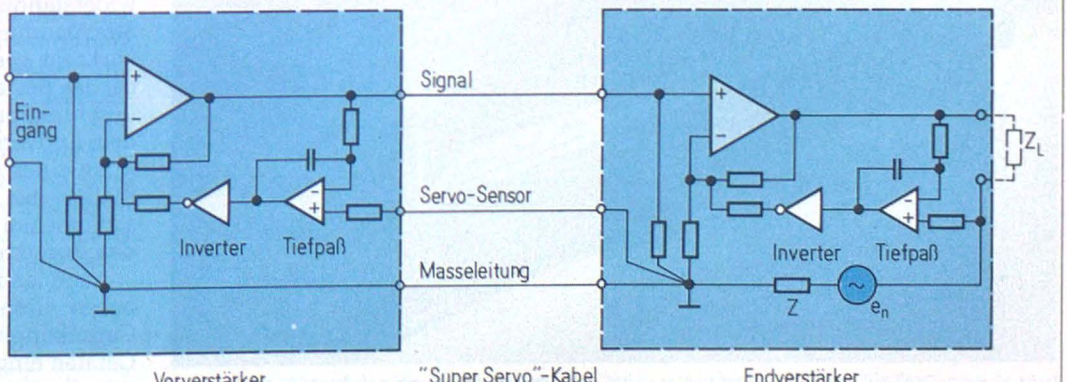


Bild 1. Die zusätzliche Gegenkopplungsschaltung des „Super-Servo"-Systems besteht aus einer Masserückleitung, einem Tiefpaßfilter, einer Verstärkerstufe und einer Phasenumkehrschaltung

Problemkreisen, doch wurde bald schon klar, daß Intermodulationsprodukte das Klanggeschehen weit negativer beeinflussen, als der statische Klirrfaktor. Es stellte sich heraus, daß viele Probleme daraus resultierten, daß die einzelnen Verstärkerstufen kein absolut gleiches, stabil bleibendes Massepotential aufwiesen.

Im idealen Verstärker werden alle Masseleitungen vom Eingang bis zum Ausgang als impedanzlos betrachtet. Masse, bezogen auf das Eingangssignal, liegt am selben Punkt wie Masse, bezogen auf das Ausgangssignal. Jedoch können in der Praxis unerwünschte Impedanzen, die sich zwischen Eingangs- und Ausgangsmasse bilden, nicht vermieden werden. Wenn Potentialunterschiede bestehen, entsteht Stromfluß. Dieser Stromfluß macht sich als Störsignal bemerkbar, das die Bewegungen der Lautsprechermembranen beeinträchtigt und zudem über die gemeinsame Masseleitung der Netzteile zu Übersprechen zwischen den Stereo-Kanälen führt. Bei einem Vorverstärker, bei dem die Eingangs- und Ausgangsströme klein sind, läßt sich zwar in begrenztem Maße durch Ausstattung mit schweren Kupfer-Masseschienen und überdimensionierten Kondensatoren im Netzteil Abhilfe schaffen. Nun ist aber bei einem Kraftverstärker der Strom am Eingang klein, am Ausgang dagegen sehr groß. So blieb nur die Möglichkeit, die durch die genannten Impedanzen ausgelösten Störsignale auf elektronischem Wege auszuschalten.

Gegenkopplung x 2 ≙ Super Servo

Neben der herkömmlichen Gegenkopplungsschleife verfügt der „Super-Servo"-Verstärker über eine zusätzliche Gegenkopplungsschaltung. Dieser Schaltkreis besteht aus einem Tiefpaßfilter, einem hochstabilen Verstärker und einer Phasenumkehrstufe. Unerwünschte Störsignale unter 2 Hz passieren dieses Filter, wodurch ENF und Gleichstromkomponenten verstärkt mit umgekehrter Phase an den Eingang zurückgegeben werden. Auf diese Weise werden alle Gleichspannungs- und ENF-Komponenten ausgeschaltet, ohne daß Phasentreue und Frequenzgang des Gleichstromverstärkers innerhalb des Audio-Spektrums nachteilig beeinflußt werden. Die Siebung beträgt bei 2 Hz –3 dB, bei 0 Hz (Gleichstrom) –90 dB. Diese hohe Flankensteilheit konnte bisher mit herkömmlichen Mitteln nicht erreicht werden.

Das DSS-Prinzip (*Bild 1*), wie in der Verstärkerkombination P-3060/M-5060 (*Bild 2*) angewandt, umfaßt zusätzlich ein zweites aktives Gegenkopplungssystem auf der Masseseite des Verstärkers. Dadurch werden impedanzbedingte, niederfrequente Störkomponenten verstärkt und mit umgedrehter Phase an den Eingang zurückgegeben, wodurch sie ausgelöscht werden. Dieser Gegenkopplungskreis schaltet also den durch die Impedanz der Masseleitungen des Netzteils bedingten Stromfluß aus. Ebenso werden die Impedanzen der Siebkondensatoren eliminiert. Die Wirkung ist die gleiche, als habe man eine um 34 dB niedrigere Impedanz der Masse-/Netzteilverkabelung einschließlich der Siebelkos. Man könnte dieselbe Verbesserung auch durch eine 50mal stärkere Masseverdrahtung und induktanzfreie Siebelkos mit dem Gleichstromwiderstand Null erzielen, was in der Praxis aber nicht möglich ist. Übersprechen zwischen den Stereo-Kanälen über die gemeinsame Masseleitung der Netzteile findet nicht mehr statt, so daß Spiegelungen im jeweils anderen Kanal ausgeschlossen sind.

Nächstes Problem: Zusammenschalten von Vor- und Endverstärker

Das nächste Problem stellte sich jedoch bei der Zusammenschaltung getrennter Vor- und Endverstärker. In einem integrierten Verstärker können der Ausgang des Vorverstärkers und der Ein- und Ausgang des Endverstärkers optimiert werden. Getrennte Einheiten müssen jedoch über Kabel miteinander verbunden werden. Diese Kabel sind zwar für linken und rechten Kanal getrennt, jedoch haben Vor- und Endverstärker für links und rechts eine gemeinsame Masse (Gleichtaktwiderstand).

Das normale Verbindungskabel mußte dem „Super-Servo"-Kabel weichen. Dieses hat eine zusätzliche Leitung, die das Massepotential des Endverstärkers dem im Vorverstärker befindlichen Servo-Schaltkreis zuführt. Die negativen Auswirkungen der gemeinsamen Impedanzen im Signalrückleitungskreis, Kontaktübergangswiderstände, Nichtlinearitäten und Störspannungen werden damit unwirksam gemacht. Dieses Spezial-Kabel ist Bestandteil des Vorverstärkers und funktioniert in Verbindung mit jedem Endverstärker. Selbst bei Verwendung eines einfachen Kabels wird lediglich das Massepotential der angeschlossenen Endstufe nicht mehr in den Regelkreis mit einbezogen.

Auch andere japanische Hersteller haben diese Gedanken der doppelten Gegenkopplung verfolgt und in ihren Geräten eingesetzt. So nennt Kenwood sein System „Sigma drive" und Luxman „Duo-Beta".

Bild 2. In der Endstufen/Vorverstärker-Kombination M-5060/P-3060 von Onkyo finden wir die „Doppel-Super-Servo"-Schaltung verwirklicht

Frankfurter Musikmesse

Die Musikinstrumentenindustrie hat sich zu einer Wachstumsbranche entwikkelt, in der es von Tag zu Tag heißer zugeht. Am deutlichsten zeigt sich das jedes Jahr auf der Frankfurter Musikmesse. 1952 waren es ganze 36 Aussteller, 1968 bereits 250, 1978 schon über 500 und in diesem Jahr sogar 660. Zum ersten Mal wurden drei Hallen belegt, die gesamte Ausstellungsfläche wuchs von 37 000 m² im Vorjahr auf 60 000 m², ein Zuwachs von mehr als 50 %.

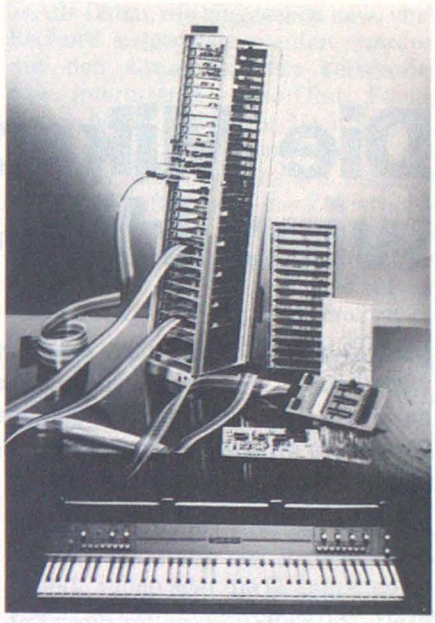


Bild 1. Elektronik von professionellem Niveau im Wersi „Pianostar" (Werkfoto)

Musik zu machen wird offensichtlich immer beliebter, denn der Durchschnittsbürger hat heute weit mehr Freizeit und Kleingeld als früher. Die größte Begeisterung weckt bei jungen Leuten die Rock- und Popmusik. Auf diesem Sektor wird ein riesenhafter Umsatz gemacht, denn die verwendeten Geräte enthalten mittlerweile eine recht aufwendige Elektronik. Die Innovation schreitet mit Riesenschritten voran, und Mikrocomputer machen fast jeden Sound möglich. Jedes Jahr kommen leistungsfähigere Instrumente auf den Markt, nach wenigen Jahren sind sie schon wieder veraltet. Ein Musiker, der up to date bleiben will, braucht in regelmäßigen Abständen eine neue Ausrüstung; um die dann allerdings zu verstehen und optimal zu nutzen, müßte er eigentlich erst einmal Elektrotechnik studieren.

Aber nicht nur das technische Niveau ist rasant gestiegen, sondern auch der Umfang des Angebots. Neue Firmen schießen wie die Pilze aus dem Boden, so daß es selbst für einen Fachmann bald schwierig wird, noch einen Überblick zu behalten. Auf Gebieten, auf die sich vor Jahren eine oder zwei Firmen vorwagten, kämpfen heute zehn oder zwanzig mit allen werbepsychologischen Tricks um die Marktanteile. Der Wettbewerb ist überaus hart, in manchen Bereichen schon bald ruinös. Vorn liegen mittlerweile fast überall die Japaner; sie unterbieten sich gegenseitig mit den Preisen, sehr zum Vorteil der Käufer und zum Nachteil der deutschen Hersteller. Nur ein Drittel der Aussteller stammte bei dieser Messe noch aus der Bundesrepublik.

Original- oder elektronischer Klang?

Es gibt jedoch bei uns durchaus noch einige Firmen, die im technischen Entwicklungsstand mit dem internationalen Niveau mithalten können. In den Orgel-Bausätzen von Dr. Böhm und Wersi finden die modernsten hochintegrierten Schaltungen Verwendung. Dr. Böhm führte das „DS-Digital-System" vor, das eine enorme Klangvielfalt und zahllose Zusatzeffekte ermöglicht. Einmal gefundene Einstellungen können mit Hilfe des Mikrocomputers abgespeichert und durch einen Knopfdruck jederzeit sofort wieder reproduziert werden. Wersi zeigte als Neuheit u. a. den „Pianostar", der die Klänge von Klavier, Cembalo und anderen akustischen Tasteninstrumenten auf elektronischem Wege täuschend echt imitiert (*Bild 1*).

Ein breites Programm an elektroakustischen Übertragungsanlagen stellte Dynacord/Echolette vor. Neben verschiedenen neuen Verstärkern und Lautsprecherboxen werden jetzt auch ein Vocoder und ein elektronisches Stereo-Echogerät angeboten.

Unter den Japanern fällt vor allem die Firma Roland durch ihre Kreativität auf. Der „Rhythm Computer TR-808" ist ein programmierbares elektronisches Schlagzeug, bei dem man die Rhythmen selbst nach Belieben gestalten kann (*Bild 2*). Mit dem „CPE-800" wird ein Steuercomputer für die Aufnahmetechnik vorgestellt, der die Arbeit im Tonstudio vereinfacht. Der „Micro Composer MC-4" ist ein Sequencer, mit dem sich bis zu 11 500 Noten abspeichern lassen; er kann bis zu vier Synthesizer ansteuern. Das weitere Programm enthält einige neue elektronische Tasteninstrumente sowie Gitarren-Synthesizer.

Dipl.-Phys. Helmuth Lemme

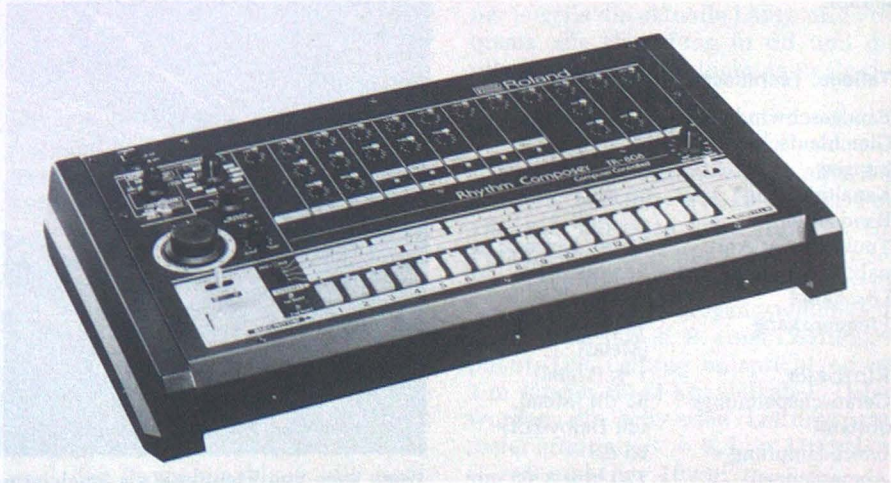


Bild 2. Den Ablauf der Rhythmen kann man beim „Rhythm Composer TR-808" von Roland selbst gestalten (Werkfoto)

Die Mikrokassette wird HiFi-tauglich

Sanyo hat es offensichtlich geschafft, dem Trend nach Miniaturisierung im Audiobereich mit der Entwicklung eines HiFi-tauglichen Decks auf Mikrokassetten-Basis ein Stück entgegenzukommen. Die Entwicklung wurde von Skeptikern oft als Spielerei ohne Zukunft abgetan.

Ein Indiz dafür, daß man sich bei Sanyo Zukunftschancen für diese Entwicklung ausrechnet, ist die kürzlich erfolgte weltweite Normung der Tonband-Microkassette in Abmessungen und Mechanik. Zunächst kam diese Kassette in Diktiergeräten zur Anwendung – aufgrund unzureichender Antriebsmechaniken der mehr oder weniger noch in den Kinderschuhen steckenden Geräte aber mit eher schlechter als rechter Tonqualität. Trotz der Verbesserungen beim Bandmaterial (Reineisenband) war an Musikgenuß bei der Kleinstkassette noch nicht zu denken.

Erst durch die kontinuierlich vorangetriebene Verbesserung der Mechanik ist es möglich geworden, die Grundlagen für die Realisierung eines der HiFi-Norm entsprechenden Mikrokassetten-Decks zu schaffen. Sanyo ist mit seinem Gerät RD-XM 1 (*Bild*), das seit Anfang dieses Jahres lieferbar ist, einer der ersten Anbieter. Die technischen Daten sind in der *Tabelle* zusammengefaßt.

Tabelle: Technische Daten des RD-XM 1

Bandgeschwindigkeit	2,4 cm/s
Gleichlaufschwankungen	0,12 %
Kanaltrennung	35 dB
Bandsorten	
Tonköpfe für Aufnahme und Wiedergabe	Metal, Normal Sendust-Alloy
Löschkopf	Ferrit
Frequenzgang	40...14 000 Hz (Metal)
Klirrfaktor	1 % (Metal)
Geräuschspannungsabstand	55 dB (Metal, mit Dolby-HX)
Löschdämpfung	65 dB
Abmessungen	220 mm × 65 mm × 220 mm
Masse	ca. 5 kg

Die Grundlage für diese Werte ist im Innenleben des Gerätes zu finden. So wird die Capstanwelle von einem frequenzgeregelten Servo-Motor angetrieben und die Vor- und Rückspulfunktion von einem weiteren Motor ausgeführt. Die Laufwerksteuerung erfolgt über leichtgängige Tipptasten, und beim Kassettenfach entschied sich der Hersteller für eine hydraulische Dämpfung.

Ein vollwertiger Kassettenrecorder

Trägheitslose Spitzenwertanzeige mit 13stufigen LED-Ketten zeigen den Nf-Signalpegel an. Bei Verwendung des Dolby-HX-Rauschverminderungssystems läßt sich durch variable Vormagnetisierung eine Verbesserung der Höhendynamik erreichen. Technische Ausstattungsmerkmale wie Aufnahme-Bereitschaftsschaltung über Timer, 12-V-Gleichspannungseingang zur Verwendung als anspruchsvoller Autorecorder, Zählwerk, Kopfhörerausgang und Mikrofonanschluß auf der Rückseite des Gerätes machen den RD-XM 1 praktisch zu einem vollwertigen Kassettenrecorder.

Zur Erweiterung der technischen Möglichkeiten wird eine Dubbing-Box angeboten. Mit ihr ist das Überspielen von und auf ein beliebiges anderes Bandgerät ohne Umstecken von Kabeln möglich. Sämtliche Laufwerksfunktionen sind mit der Fernsteuerung RC 25 bedienbar.

Plattenpflege

Schallplatten nicht übereinander stapeln; Schallplatten vor Wärme oder Sonneneinstrahlung schützen; Seitliche Öffnung der inneren Plattenhülle nach oben oder unten hin erweitern, so daß sich die Hülle aufklappen läßt und die Platte fast ohne Reibung entnommen werden kann; Berührung der Plattenrillen mit den Händen vermeiden (die Fingerkuppen berühren das Etikett der Platte, während der Daumen die Plattenkante abstützt); Platten nur bei geschlossener Staubschutzhaube des Plattenspielers abspielen; Platte sofort nach Gebrauch in die Hülle legen; Platten möglichst vor Aerosolen, wie sie in Tabakrauch, Haarsprays und Küchendämpfen enthalten sind, schützen; Platte vor jedem Abspielen von Staub reinigen; Tonnadelspitze reinigen und auf Abnutzungserscheinungen hin überprüfen.

Wenn auch von Skeptikern als Spielerei ohne Zukunft abgetan, so hat Sanyo den Mikrokassetten-Recorder RD-XM 1 dennoch so weit entwickelt, daß er die HiFi-Spezifikationen erfüllt (Werkfoto)

Roland Hölzl

Leitungsberechnung mit dem TI-59

Mit dem hier vorgestellten Programm können von einer Leitung mit einem komplexen Abschlußwiderstand die Dämpfung und die Phase in Abhängigkeit von der Frequenz und der Länge der Leitung berechnet werden. Durch ein Zusatzprogramm kann man darüber hinaus auch noch den Eingangswiderstand dieser Anordnung berechnen.

Um das Übertragungsverhalten einer Leitung berechnen zu können, müssen der Wellenwiderstand und das Übertragungsmaß der Leitung bekannt sein. Der Wellenwiderstand einer Leitung wird folgendermaßen berechnet:

$$\underline{Z}_W = \sqrt{\underline{Z}_K \cdot \underline{Z}_L} = \sqrt{\frac{R' + pL'}{G' + pC'}}$$

wobei $\underline{Z}_K$ der Kurzschlußwiderstand ist, $\underline{Z}_L$ der Leerlaufwiderstand, R' der Widerstandsbelag (Widerstand pro Meter), G' der Ableitungsbelag (Ableitung pro Meter), L' der Induktivitätsbelag (Induktivität pro Meter) und C' der Kapazitätsbelag (Kapazität pro Meter). Das „p" ist hier und in den folgenden Formeln gleich $j2\pi f$, wobei j ausdrückt, daß es sich um den Imaginärteil einer komplexen Zahl handelt.

Das Übertragungsmaß einer Leitung ist definiert:

$$\underline{\gamma} = \sqrt{(R' + pL') \cdot (G' + pC')}$$

Bei kurzen Leitungen kann man R' und G' Null setzen, dadurch wird der Wellenwiderstand reell (ohne Blindwiderstand) und frequenzunabhängig. Will man nicht gerade Überlandleitungen berechnen und liegt z. B. eine Kupferleitung mit Kunststoffisolierung vor, ist diese Vereinfachung zulässig, und es lassen sich die Leitungsparameter auf einfache Weise festlegen. Man nimmt ein 1 m langes Kabel, schließt ein Ende kurz und mißt die Induktivität (Induktivitätsbelag); dann unterbricht man den Kurzschluß und mißt die Kapazität (Kapazitätsbelag). Kennt man den Wellenwiderstand des Kabels, braucht man nur einen Wert zu messen, denn es gilt:

$$Z_W = \sqrt{\frac{L'}{C'}}$$

Das Übertragungsverhalten einer Leitung wird nach der Formel

$$\frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_2} = \cosh \underline{\gamma} l + \frac{\underline{Z}_W}{\underline{Z}_2} \sinh \underline{\gamma} l$$

berechnet, wobei l die Länge der Leitung (in Meter) ist und $\underline{Z}_2$ der Abschlußwiderstand der Leitung. Dieser Abschlußwiderstand kann als Bruch, bestehend aus Zähler- und Nennerpolynom, dargestellt werden.

$$\underline{Z}_2 = \frac{A_0 + A_1 p + \ldots A_n p^n}{B_0 + B_1 p + \ldots B_m p^m}$$

Programm- und Dateneingabe

Mit dem Programm (*Bild 1*) für den Rechner TI-59 mit Standard-Software-Modul und dem Drucker PC-100 lassen sich beliebige Leitungen mit einem komplexen Abschlußwiderstand berechnen, wobei die Länge der Leitung und die Frequenz Parameter sind. Für den Abschlußwiderstand $\underline{Z}_2$ gelten folgende Einschränkungen: Der Grad des Zählerpolynoms n bzw. der Grad des Nennerpolynoms m muß kleiner/gleich fünf sein; soll eine Leitung im Leerlauf berechnet werden, z. B. eine sog. ¼-Leitung, darf der Abschlußwiderstand nicht größer als 10^{20} in den Rechner eingegeben werden.

Bevor das Programm in den Rechner eingelesen wird – per Tasten oder Magnetkarten (drei Kartenseiten) –, muß die Speicher-Bereichsverteilung des Rechners auf 639.39 gestellt werden. Da das Programm für den TI-59 eigentlich eine Nummer zu groß ist, mußte ein Teil der Speicher doppelt genutzt werden, das bedeutet, daß sich während des Programmablaufs die Speicher-Bereichsverteilung auf 559.49 verändert.

Alle Daten, die eingegeben bzw. vom Rechner ausgegeben werden, werden mit den Grundeinheiten verwendet bzw. interpretiert – also Ohm, Farad, Henry, Meter und Hertz. Nach Berechnung von $\underline{Z}_2$ wird über Label A der Grad des Zählerpolynoms n eingegeben. Die Koeffizienten des Zählerpolynoms werden der Reihe nach beginnend mit A_0 bis A_n durch wiederholtes Drücken der R/S-Taste dem Rechner eingegeben. Das Nennerpolynom wird ebenso eingegeben, nur wird jetzt der Grad über Label B eingelesen. R' wird über Label C und L', G' und C' werden in dieser Reihenfolge durch wiederholtes Drücken der R/S-Taste eingegeben. Diese Grunddaten werden zur Kontrolle sofort ausgedruckt. Nachdem C' eingelesen wurde, hat sich die Speicher-Bereichsverteilung des Rechners verändert. Sollen jetzt die Grunddaten geändert werden, muß wieder von vorne mit dem Einlesen der Magnetkarten begonnen werden.

Nun folgt die Eingabe der Parameter. Über Label D wird die Startfrequenz eingegeben und über die R/S-Taste die Endfrequenz. Die Anfangslänge wird über Label E eingegeben, die Endlänge wieder über die R/S-Taste. Die Schrittweite, mit der die Frequenz verändert werden soll, wird über Label A', die Schrittweite der Länge wird über die R/S-Taste eingegeben. Will man ein logarithmisches Frequenzraster, wird noch über Label B' die Anzahl der zu berechnenden Werte pro Dekade eingegeben.

Um das Übertragen der Werte auf halblogarithmisches Papier zu erleichtern, rundet das Programm die Frequenzwerte. Deshalb sollte die Anzahl der zu berechnenden Werte pro Dekade nicht größer als 20 gewählt werden, da sonst der Rechner mehrmals gleiche Frequenzwerte berechnet.

Gestartet wird das Programm über Label C'. Ausgedruckt wird vom Rechner jeweils die aktuelle Länge und Frequenz, die Dämpfung in dB und die relative Phasenverschiebung in Grad.

Ein Rechenbeispiel

Als Rechenbeispiel wurde eine Anordnung gewählt, wie sie in der Praxis auch auftreten kann (*Bild 2*). Die Parallelschaltung eines Widerstandes R=1 MΩ und einer Kapazität C=40 pF repräsentiert den Eingangswiderstand eines Meßgeräts (z. B. eines Oszillographen). Die Leitung entspricht einem 2 m langen 60-Ω-Koaxialkabel. Dabei wurden die folgenden Leitungsparameter ermittelt: R' = 0, L' = 370 nH/m, G' = 0 und C' = 102 pF/m.

Um den Abschlußwiderstand $\underline{Z}_2$ zu ermitteln, schreiben wir für die Kapa-

zität 1/pC; für eine Induktivität müßte man pL schreiben. Aus der Formel für die Parallelschaltung zweier Widerstände

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

erhalten wir für unser Beispiel:

$$\underline{Z}_2 = \frac{1}{\frac{1}{R} + pC}$$

Nachdem der Rechner mit dem Programm (Speicher-Bereichsverteilung 639.39) geladen ist, können die Daten eingelesen werden. Der Grad des Zählerpolynoms n=0 wird eingegeben und Label A gedrückt, dann wird der Koeffizient A_0=1 eingegeben und die R/S-Taste gedrückt. Der Grad des Nennerpolynoms m=1 wird eingegeben, und anschließend auf die Taste Label B ge-

Tabelle:

Eingabeprozedur

Prozedur	*Eingabe*	*Befehl*
1. Eingabe des Zählergrades	n	A
2. Eingabe der Zählerkoeffizienten	$A_0...A_n$	R/S
3. Eingabe des Nennergrades	m	B
4. Eingabe der Nennerkoeffizienten	$B_0...B_m$	R/S
5. Eingabe des Widerstandsbelags	R'	C
6. Eingabe des Induktivitätsbelags	L'	R/S
7. Eingabe des Ableitungsbelags	G'	R/S
8. Eingabe des Kapazitätsbelags	C'	R/S
9. Eingabe der Startfrequenz	f_{min}	D
10. Eingabe der Endfrequenz	f_{max}	R/S
11. Eingabe der Startlänge	l_{min}	E
12. Eingabe der Endlänge	l_{max}	R/S
13. Eingabe der Frequenz-Schrittweite	Δf	A'
14. Eingabe der Längen-Schrittweite	Δl	R/S
15. Eingabe der Werte pro Dekade bei logarithmischem Maßstab	i/Dek.	B'
16. Eingabe des Anzeigeformats (Diese Eingabe erfolgt nur, wenn ein anderes Format als zwei Stellen nach dem Komma gewünscht wird)	0...9	R/S
17. (Neuer) Start		C'

000	05	5	048	16	A'	096	01	1	144	48	48	192	04	04	241	43	RCL	290	65	×
001	69	DP	049	36	PGM	097	94	+/-	145	49	PRD	193	12	B	242	40	40	291	43	RCL
002	17	17	050	04	04	098	49	PRD	146	49	49	194	60	DEG	243	42	STO	292	08	08
003	43	RCL	051	18	C'	099	40	40	147	43	RCL	195	32	X:T	244	01	01	293	85	+
004	27	27	052	42	STO	100	49	PRD	148	48	48	196	22	INV	245	43	RCL	294	01	1
005	91	R/S	053	42	42	101	41	41	149	42	STO	197	37	P/R	246	41	41	295	95	=
006	76	LBL	054	32	X:T	102	71	SBR	150	01	01	198	32	X:T	247	42	STO	296	22	INV
007	18	C'	055	42	STO	103	58	FIX	151	43	RCL	199	28	LOG	248	02	02	297	28	LOG
008	25	CLR	056	43	43	104	42	STO	152	49	49	200	65	×	249	36	PGM	298	42	STO
009	71	SBR	057	71	SBR	105	46	46	153	42	STO	201	02	2	250	05	05	299	05	05
010	38	SIN	058	35	1/X	106	85	+	154	02	02	202	00	0	251	17	B'	300	22	INV
011	01	1	059	36	PGM	107	43	RCL	155	43	RCL	203	95	=	252	92	RTN	301	59	INT
012	06	6	060	04	04	108	38	38	156	36	36	204	42	STO	253	76	LBL	302	85	+
013	42	STO	061	18	C'	109	95	=	157	36	PGM	205	46	46	254	38	SIN	303	43	RCL
014	00	00	062	36	PGM	110	42	STO	158	04	04	206	01	1	255	87	IFF	304	05	05
015	43	RCL	063	05	05	111	06	06	159	16	A'	207	03	3	256	02	02	305	95	=
016	23	23	064	14	D	112	32	X:T	160	43	RCL	208	69	DP	257	42	STO	306	59	INT
017	42	STO	065	42	STO	113	42	STO	161	37	37	209	04	04	258	02	2	307	65	×
018	05	05	066	36	36	114	47	47	162	36	PGM	210	58	FIX	259	65	×	308	43	RCL
019	71	SBR	067	32	X:T	115	85	+	163	04	04	211	40	IND	260	89	π	309	28	28
020	44	SUM	068	42	STO	116	43	RCL	164	16	A'	212	09	09	261	95	=	310	55	÷
021	43	RCL	069	37	37	117	39	39	165	36	PGM	213	43	RCL	262	22	INV	311	01	1
022	01	01	070	71	SBR	118	95	=	166	04	04	214	46	46	263	49	PRD	312	00	0
023	42	STO	071	35	1/X	119	42	STO	167	13	C	215	69	DP	264	31	31	313	95	=
024	38	38	072	36	PGM	120	07	07	168	43	RCL	216	06	06	265	87	IFF	314	42	STO
025	43	RCL	073	04	04	121	43	RCL	169	42	42	217	22	INV	266	00	00	315	31	31
026	02	02	074	13	C	122	38	38	170	36	PGM	218	58	FIX	267	98	ADV	316	76	LBL
027	42	STO	075	36	PGM	123	75	-	171	04	04	219	03	3	268	43	RCL	317	43	RCL
028	39	39	076	05	05	124	43	RCL	172	16	A'	220	03	3	269	30	30	318	43	RCL
029	01	1	077	14	D	125	46	46	173	43	RCL	221	02	2	270	32	X:T	319	31	31
030	00	0	078	42	STO	126	95	=	174	43	43	222	03	3	271	43	RCL	320	32	X:T
031	42	STO	079	40	40	127	42	STO	175	36	PGM	223	02	2	272	08	08	321	43	RCL
032	00	00	080	32	X:T	128	48	48	176	04	04	224	04	4	273	22	INV	322	34	34
033	43	RCL	081	42	STO	129	43	RCL	177	16	A'	225	69	DP	274	67	EQ	323	77	GE
034	22	22	082	41	41	130	39	39	178	36	PGM	226	04	04	275	48	EXC	324	34	ΓX
035	42	STO	083	43	RCL	131	75	-	179	04	04	227	32	X:T	276	25	CLR	325	61	GTO
036	05	05	084	32	32	132	43	RCL	180	18	C'	228	58	FIX	277	42	STO	326	23	LNX
037	71	SBR	085	49	PRD	133	47	47	181	43	RCL	229	40	IND	278	08	08	327	76	LBL
038	44	SUM	086	40	40	134	95	=	182	06	06	230	09	09	279	43	RCL	328	34	ΓX
039	43	RCL	087	49	PRD	135	42	STO	183	36	PGM	231	69	DP	280	31	31	329	98	ADV
040	38	38	088	41	41	136	49	49	184	04	04	232	06	06	281	42	STO	330	02	2
041	36	PGM	089	71	SBR	137	93	.	185	16	A'	233	22	INV	282	28	28	331	01	1
042	04	04	090	58	FIX	138	05	5	186	43	RCL	234	58	FIX	283	76	LBL	332	69	DP
043	16	A'	091	42	STO	139	49	PRD	187	07	07	235	42	STO	284	48	EXC	333	04	04
044	43	RCL	092	38	38	140	06	06	188	36	PGM	236	47	47	285	69	DP	334	32	X:T
045	39	39	093	32	X:T	141	49	PRD	189	04	04	237	61	GTO	286	28	28	335	69	DP
046	36	PGM	094	42	STO	142	07	07	190	16	A'	238	18	C'	287	43	RCL	336	06	06
047	04	04	095	39	39	143	49	PRD	191	36	PGM	239	76	LBL	288	30	30	337	65	×
												240	58	FIX	289	35	1/X	338	02	2

drückt. Die Koeffizienten des Nenners sind $B_0 = 1/R$ und $B_1 = C$. Setzt man die Werte der Bauelemente in Grundeinheiten ein, so ergibt sich $B_0=10^{-6}$ und $B_1 = 40 \cdot 10^{12}$. Wir lesen zuerst B_0 (= 1EE+/−6) ein und drücken die R/S-Taste, anschließend wird B_1(=40EE+/−12) eingegeben und wieder die R/S-Taste gedrückt.

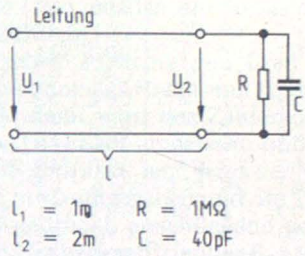
Jetzt müssen die Leitungsdaten eingegeben werden. Als erster Wert wird R'(=0) eingegeben und die Taste C gedrückt. Dann folgt L' (=370EE+/−9) und R/S. Genauso wie L' wird G'(=0) eingegeben und als letzter Wert C'(=102EE+/−12).

Es müssen jetzt noch der Frequenzbereich und die Länge festgelegt werden. Als Startfrequenz dienen 10 MHz und 30 MHz als obere Grenze mit fünf Zwischenwerten pro Dekade (logarithmischer Maßstab). Zudem soll der Rechner das Problem jeweils für einen Meter und dann für zwei Meter berechnen.

```
     0. 00     N          25. 06     F
     1. 00               -11.76 00     A
     1. 00     M          10.98-03     PHI
     1. -06
    40. -12
     0. 00     R'          2. 00     L
   370. -09    L'
     0. 00     G'         10. 06     F
   102. -12    C'         -4.28 00     A
     1. 00     L          3.94-03     PHI

    10. 06     F         16. 06     F
 -1.22 00      A        -19.94 00     A
  1.49-03     PHI        32.37-03     PHI

    16. 06     F         25. 06     F
 -3.41 00      A         -3.03 00     A
  2.96-03     PHI       180.00 00     PHI
```



l_1 = 1m R = 1MΩ
l_2 = 2m C = 40pF

Bild 2. Schaltung des Rechenbeispiels und das Ein-/Ausgabeprotokoll

Die Startfrequenz (=10EE6) wird eingetippt und anschließend Label D betätigt, dann wird die Endfrequenz eingegeben (=30EE6) und R/S gedrückt. Die Anfangslänge des Kabels (=1) wird eingegeben und Label E gedrückt, die maximale Länge des Kabels (=2) wird eingegeben und im An-

```
339  65  ×      388  77  GE     437  30  30     486  32  32     535  42  STO    584  98  ADV    612  06  06
340  89  π      389  79  x̄      438  97  DSZ    487  91  R/S    536  00  00     585  91  R/S    613  02  2
341  95  =      390  98  ADV    439  05  05     488  42  STO    537  69  DP     586  76  LBL    614  02  2
342  42  STO    391  98  ADV    440  33  X²     489  33  33     538  25  25     587  13  C      615  06  6
343  31  31     392  98  ADV    441  92  RTN    490  42  STO    539  25  CLR    588  42  STO    616  05  5
344  92  RTN    393  91  R/S    442  76  LBL    491  35  35     540  76  LBL    589  24  24     617  69  DP
345  76  LBL    394  76  LBL    443  35  1/X    492  91  R/S    541  52  EE     590  03  3      618  04  04
346  42  STO    395  79  x̄      444  43  RCL    493  76  LBL    542  91  R/S    591  05  5      619  43  RCL
347  22  INV    396  86  STF    445  24  24     494  16  A'     543  99  PRT    592  06  6      620  25  25
348  86  STF    397  02  02     446  42  STO    495  86  STF    544  72  ST*    593  05  5      621  91  R/S
349  02  02     398  61  GTO    447  01  01     496  00  00     545  00  00     594  69  DP     622  42  STO
350  98  ADV    399  38  SIN    448  43  RCL    497  42  STO    546  69  DP     595  04  04     623  26  26
351  02  2      400  76  LBL    449  25  25     498  30  30     547  20  20     596  43  RCL    624  69  DP
352  07  7      401  44  SUM    450  65  ×      499  91  R/S    548  97  DSZ    597  24  24     625  06  06
353  69  DP     402  43  RCL    451  43  RCL    500  42  STO    549  05  05     598  69  DP     626  01  1
354  04  04     403  05  05     452  31  31     501  35  35     550  52  EE     599  06  06     627  05  5
355  43  RCL    404  44  SUM    453  95  =      502  91  R/S    551  98  ADV    600  02  2      628  06  6
356  32  32     405  00  00     454  42  STO    503  76  LBL    552  03  3      601  07  7      629  05  5
357  69  DP     406  69  DP     455  02  02     504  17  B'     553  00  0      602  06  6      630  69  DP
358  06  06     407  25  25     456  43  RCL    505  22  INV    554  69  DP     603  05  5      631  04  04
359  25  CLR    408  25  CLR    457  26  26     506  86  STF    555  04  04     604  69  DP     632  43  RCL
360  42  STO    409  42  STO    458  36  PGM    507  00  00     556  25  CLR    605  04  04     633  26  26
361  08  08     410  01  01     459  04  04     508  42  STO    557  91  R/S    606  43  RCL    634  91  R/S
362  43  RCL    411  42  STO    460  16  A'     509  30  30     558  76  LBL    607  24  24     635  42  STO
363  29  29     412  02  02     461  43  RCL    510  91  R/S    559  12  B      608  91  R/S    636  27  27
364  42  STO    413  76  LBL    462  27  27     511  42  STO    560  42  STO    609  42  STO    637  69  DP
365  28  28     414  33  X²     463  65  ×      512  09  09     561  23  23     610  25  25     638  06  06
366  32  X:T    415  25  CLR    464  43  RCL    513  91  R/S    562  42  STO    611  69  DP     639  81  RST
367  61  GTO    416  36  PGM    465  31  31     514  76  LBL    563  05  05
368  34  FX     417  04  04     466  95  =      515  11  A      564  69  DP
369  76  LBL    418  16  A'     467  36  PGM    516  57  ENG    565  06  06
370  98  ADV    419  43  RCL    468  04  04     517  98  ADV    566  01  1
371  43  RCL    420  31  31     469  16  A'     518  42  STO    567  06  6
372  30  30     421  36  PGM    470  92  RTN    519  22  22     568  42  STO
373  44  SUM    422  04  04     471  76  LBL    520  42  STO    569  00  00
374  31  31     423  16  A'     472  14  D      521  05  05     570  69  DP
375  61  GTO    424  36  PGM    473  86  STF    522  03  3      571  25  25
376  43  RCL    425  04  04     474  02  02     523  01  1      572  25  CLR
377  76  LBL    426  13  C      475  42  STO    524  69  DP     573  76  LBL
378  23  LNX    427  85  +      476  28  28     525  04  04     574  57  ENG
379  43  RCL    428  73  RC*    477  42  STO    526  02  2      575  91  R/S
380  35  35     429  00  00     478  29  29     527  42  STO    576  99  PRT
381  44  SUM    430  95  =      479  91  R/S    528  09  09     577  72  ST*
382  32  32     431  42  STO    480  42  STO    529  43  RCL    578  00  00
383  43  RCL    432  01  01     481  34  34     530  22  22     579  69  DP
384  32  32     433  32  X:T    482  91  R/S    531  69  DP     580  20  20
385  32  X:T    434  42  STO    483  76  LBL    532  06  06     581  97  DSZ
386  43  RCL    435  02  02     484  15  E      533  01  1      582  05  05
387  33  33     436  69  DP     485  42  STO    534  00  0      583  57  ENG
```

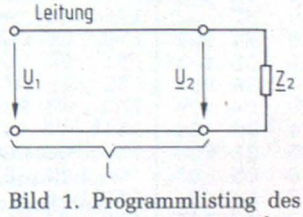


Bild 1. Programmlisting des ersten Programms mit dem Aufbau der Grundschaltung

```
000  05   5
001  69  DP
002  17  17
003  43 RCL
004  27  27
005  91 R/S
006  76 LBL
007  18  C'
008  25 CLR
009  71 SBR
010  38 SIN
011  01   1
012  06   6
013  42 STO
014  00  00
015  43 RCL
016  23  23
017  42 STO
018  05   5
019  71 SBR
020  44 SUM
021  43 RCL
022  01  01
023  42 STO
024  38  38
025  43 RCL
026  02  02
027  42 STO
028  39  39
029  01   1
030  00   0
031  42 STO
032  00  00
033  43 RCL
034  22  22
035  42 STO
036  05  05
037  71 SBR
038  44 SUM
039  43 RCL
040  38  38
041  36 PGM
042  04  04
043  16  A'
044  43 RCL
045  39  39
046  36 PGM
047  04  04
048  16  A'
049  36 PGM
050  04  04
051  18  C'
052  42 STO
053  42  42
054  32 X:T
055  42 STO
056  43  43
057  71 SBR
058  35 1/X
059  36 PGM
060  04  04
061  18  C'
062  36 PGM
063  05  05
064  14   D
065  42 STO
066  36  36
067  32 X:T
068  42 STO
069  37  37
070  71 SBR
071  35 1/X
072  36 PGM
073  04  04
074  13   C
075  36 PGM
076  05  05
077  14   D
078  42 STO
079  40  40
080  32 X:T
081  42 STO
082  41  41
083  43 RCL
084  32  32
085  49 PRD
086  40  40
087  49 PRD
088  41  41
089  71 SBR
090  58 FIX
091  42 STO
092  38  38
093  32 X:T
094  42 STO
095  39  39
096  01   1
097  94  +/-
098  49 PRD
099  40  40
100  49 PRD
101  41  41
102  71 SBR
103  58 FIX
104  42 STO
105  46  46
106  32 X:T
107  42 STO
108  47  47
109  43 RCL
110  42  42
111  75   -
112  43 RCL
113  36  36
114  95   =
115  36 PGM
116  04  04
117  11   A
118  43 RCL
119  43  43
120  75   -
121  43 RCL
122  37  37
123  95   =
124  36 PGM
125  04  04
126  11   A
127  43 RCL
128  42  42
129  85   +
130  43 RCL
131  36  36
132  95   =
133  36 PGM
134  04  04
135  16  A'
136  43 RCL
137  43  43
138  85   +
139  43 RCL
140  37  37
141  95   =
142  36 PGM
143  04  04
144  16  A'
145  36 PGM
146  04  04
147  18  C'
148  43 RCL
149  46  46
150  36 PGM
151  04  04
152  16  A'
153  43 RCL
154  47  47
155  36 PGM
156  04  04
157  16  A'
158  36 PGM
159  04  04
160  13   C
161  94  +/-
162  42 STO
163  44  44
164  32 X:T
165  94  +/-
166  42 STO
167  45  45
168  43 RCL
169  38  38
170  44 SUM
171  01  01
172  44 SUM
173  44  44
174  43 RCL
175  39  39
176  44 SUM
177  02  02
178  44 SUM
179  45  45
180  43 RCL
181  44  44
182  36 PGM
183  04  04
184  16  A'
185  43 RCL
186  45  45
187  36 PGM
188  04  04
189  16  A'
190  36 PGM
191  04  04
192  18  C'
193  43 RCL
194  36  36
195  36 PGM
196  04  04
197  16  A'
198  43 RCL
199  37  37
200  36 PGM
201  04  04
202  16  A'
203  36 PGM
204  04  04
205  13   C
206  42 STO
207  44  44
208  03   3
209  05   5
210  01   1
211  07   7
212  69  DP
213  04  04
214  58 FIX
215  40 IND
216  09  09
217  43 RCL
218  44  44
219  69  DP
220  06  06
221  22 INV
222  58 FIX
223  04   4
224  04   4
225  01   1
226  07   7
227  69  DP
228  04  04
229  32 X:T
230  58 FIX
231  40 IND
232  09  09
233  69  DP
234  06  06
235  22 INV
236  58 FIX
237  61 GTO
238  18  C'
239  76 LBL
240  58 FIX
241  43 RCL
242  40  40
243  42 STO
244  01  01
245  43 RCL
246  41  41
247  42 STO
248  02  02
249  36 PGM
250  05  05
251  17  B'
252  92 RTN
253  76 LBL
254  38 SIN
255  87 IFF
256  02  02
257  42 STO
258  02   2
259  65   ×
260  89   π
261  95   =
262  22 INV
263  49 PRD
264  31  31
265  87 IFF
266  00  00
267  98 ADV
268  43 RCL
269  30  30
270  32 X:T
271  43 RCL
272  08  08
273  22 INV
274  67  EQ
275  48 EXC
276  25 CLR
277  42 STO
278  08  08
279  43 RCL
280  31  31
281  42 STO
282  28  28
283  76 LBL
284  48 EXC
285  69  DP
286  28  28
287  43 RCL
288  30  30
289  35 1/X
290  65   ×
291  43 RCL
292  08  08
293  85   +
294  01   1
295  95   =
296  22 INV
297  28 LOG
298  42 STO
299  05  05
300  22 INV
301  59 INT
302  85   +
303  43 RCL
304  05  05
305  95   =
306  59 INT
307  65   ×
308  43 RCL
309  28  28
310  55   ÷
311  01   1
312  00   0
313  95   =
314  42 STO
315  31  31
316  76 LBL
317  43 RCL
318  43 RCL
319  31  31
320  32 X:T
321  43 RCL
322  34  34
323  77  GE
324  34 Γx
325  61 GTO
326  23 LNX
327  76 LBL
328  34 Γx
329  98 ADV
330  02   2
331  01   1
332  69  DP
333  04  04
334  32 X:T
335  69  DP
336  06  06
337  65   ×
338  02   2
339  65   ×
340  89   π
341  95   =
342  42 STO
343  31  31
344  92 RTN
345  76 LBL
346  42 STO
347  22 INV
348  86 STF
349  02  02
350  98 ADV
351  02   2
352  07   7
353  69  DP
354  04  04
355  43 RCL
356  32  32
357  69  DP
358  06  06
359  25 CLR
360  42 STO
361  08  08
362  43 RCL
363  29  29
364  42 STO
365  28  28
366  32 X:T
367  61 GTO
368  34 Γx
369  76 LBL
370  98 ADV
371  43 RCL
372  30  30
373  44 SUM
374  31  31
375  61 GTO
376  43 RCL
377  76 LBL
378  23 LNX
379  43 RCL
380  35  35
381  44 SUM
382  32  32
383  43 RCL
384  32  32
385  32 X:T
386  43 RCL
387  33  33
388  77  GE
389  79   x̄
390  98 ADV
391  98 ADV
392  98 ADV
393  91 R/S
394  76 LBL
395  79   x̄
396  86 STF
397  02  02
398  61 GTO
399  38 SIN
400  76 LBL
401  44 SUM
402  43 RCL
403  05  05
404  44 SUM
405  00  00
406  69  DP
407  25  25
408  25 CLR
409  42 STO
410  01  01
411  42 STO
412  02  02
413  76 LBL
414  33  x²
415  25 CLR
416  36 PGM
417  04  04
418  16  A'
419  43 RCL
420  31  31
421  36 PGM
422  04  04
423  16  A'
424  36 PGM
425  04  04
426  13   C
427  85   +
428  73 RC*
429  00  00
430  95   =
431  42 STO
432  01  01
433  32 X:T
434  42 STO
435  02  02
436  69  DP
437  30  30
438  97 DSZ
439  05  05
440  33  x²
441  92 RTN
442  76 LBL
443  35 1/X
444  43 RCL
445  24  24
446  42 STO
447  01  01
448  43 RCL
449  25  25
450  65   ×
451  43 RCL
452  31  31
453  95   =
454  42 STO
455  02  02
456  43 RCL
457  26  26
458  36 PGM
459  04  04
460  16  A'
461  43 RCL
462  27  27
463  65   ×
464  43 RCL
465  31  31
466  95   =
467  36 PGM
468  04  04
469  16  A'
470  92 RTN
471  76 LBL
472  14   D
473  86 STF
474  02  02
475  42 STO
476  28  28
477  42 STO
478  29  29
479  91 R/S
```

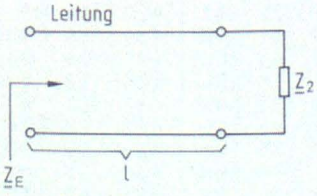


Bild 3. Programmlisting des Zusatzprogramms mit dem Aufbau der Grundschaltung

schluß daran die R/S-Taste gedrückt. Jetzt müßte die lineare Frequenzänderung eingegeben werden. obwohl wir dafür keinen Wert haben, muß trotzdem Label A' gedrückt werden, um die Schrittweite der Längenänderung über R/S eingeben zu können, nachdem wir ihren Wert (=1) eingelesen haben. Als letztes lesen wir ein, wieviel Werte pro Dekade wir berechnet haben wollen (= 5), und drücken dann die Taste von Label B'. Sollen die Frequenzwerte linear gewählt werden, darf die Taste Label B' nicht betätigt werden. Über die Taste Label C' wird das Programm gestartet.

Der Eingabemodus wird in der *Tabelle* noch einmal schematisiert dargestellt. Dabei taucht eine Eingabe auf, die bisher noch nicht erwähnt wurde: Nachdem man die Anzahl der zu berechnenden Werte pro Dekade über Label B' eingegeben hat, kann man durch die Eingabe einer Zahl zwischen 0 und 9 und durch Drücken der R/S-Taste das Anzeigeformat verändern, das mit zwei Stellen nach dem Komma vorgewählt wird, wenn hier keine Eingabe erfolgt. Will man ein anderes Anzeigeformat und ein lineares Frequenz-Raster wählen, muß man, nachdem man das Anzeigeformat geändert hat, über Label A' einen linearen Maßstab eingeben und das Programm dann starten. Es gilt immer der zuletzt eingegebene Maßstab.

Sollte die Anordnung noch einmal mit anderen Parametern berechnet werden, so ist dies ohne Probleme und beliebig oft möglich. Müssen aber Grunddaten verändert werden (n, m, $A_0 \ldots A_n$, $B_0 \ldots B_m$, R', L', G', C'), ist es notwendig, das Programm neu einzulesen.

Als Ergebnis druckt der Rechner die aktuelle Frequenz und die Länge aus (F, L). „A" steht im Ausdruck für die Dämpfung in dB und „PHI" für die relative Phasenverschiebung in Grad.

Interessant sind an dem Ergebnis von unserem Rechenbeispiel die negative Dämpfung, d. h. eine Spannungsüberhöhung am Leitungsende, und der Betrag dieser Dämpfung, denn –20 dB entspricht einer Spannungsüberhöhung um den Faktor zehn (bei 20,35 MHz ist die Dämpfung schon auf –73,97 dB angewachsen). Interessant ist aber auch die Phasendrehung um 180 Grad bei höheren Frequenzen. Das Rechenbeispiel zeigt, daß Meßgeräte, wie z. B. Oszillografen mit einer längeren Meßleitung, das Meßergebnis bei höheren Frequenzen wesentlich beeinflussen können.

Abschließend sei bemerkt, daß es nicht sinnvoll ist, die Endfrequenz beliebig hoch anzusetzen. Dielektrische Verluste und Skineffekt vergrößern R' und G'. Diese Leitungsdaten sind dann auch bei kurzen Leitungen nicht mehr zu vernachlässigen, außerdem werden sie frequenzabhängig.

Ein- und Ausgangswiderstand einer Leitung

Mit dem Zusatzprogramm kann der Eingangswiderstand einer Leitung mit einem komplexen Abschlußwiderstand berechnet werden. Die Formel für den Eingangswiderstand $\underline{Z}_E$ lautet:

$$\underline{Z}_E = \underline{Z}_W \frac{e^{\underline{\gamma} l} + \underline{A} e^{-\underline{\gamma} l}}{e^{\underline{\gamma} l} - \underline{A} e^{-\underline{\gamma} l}}; \quad \underline{A} = \frac{\underline{Z}_2 - \underline{Z}_W}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_W}$$

wobei die hier auftretenden Variablen bereits in der vorangehenden Programmbeschreibung besprochen wurden.

Das Zusatzprogramm (*Bild 3*) für den TI-59, das ebenfalls mit dem Standard-Software-Modul und dem Drukker PC-100 verwendet wird, kann in drei Variationen angewendet werden.

1. Das Zusatzprogramm wird mit der Speicher-Bereichsverteilung 559.49 in den Rechner eingegeben und auf zwei Magnetkartenseiten gespeichert. Die Grunddaten werden hier über das erste Programm eingegeben, es können eventuell Berechnungen mit dem ersten Programm durchgeführt werden, dann wird das Zusatzprogramm in den Rechner eingelesen, und es können die Parameter wie im ersten Programm eingegeben werden.
2. Das Zusatzprogramm wird wie oben eingelesen, dann wird die Speicher-Bereichsverteilung auf 639.39 geändert. Es kann jetzt die dritte Magnetkartenseite des ersten Programms eingelesen werden (Programmspeicher 480 bis 639). Die gesamte Dateneingabe, einschließlich der Grunddaten, kann jetzt wie im ersten Programm erfolgen.
3. Das Zusatzprogramm wird mit einer Speicher-Bereichsverteilung von 639.39 eingelesen, und auch die dritte Magnetkartenseite des ersten Programms wird noch einmal kopiert. Das Zusatzprogramm ist jetzt ein eigenständiges Rechnerprogramm. Die Dateneingabe ist identisch mit dem ersten Programm.

Noch ein Rechenbeispiel

Als Rechenbeispiel wurde eine sog. offene ¼-Leitung gewählt (*Bild 4*), d. h. der Abschlußwiderstand ist unendlich groß. Wir wählen ihn aus rechentechnischen Gründen endlich mit 10^{20} Ω. Die Leitungsdaten sind die gleichen wie beim vorhergehenden Rechenbeispiel. Als Länge wählen wir 2 m. Die Startfrequenz soll 10 MHz betragen, die Endfrequenz 30 MHz. Als Vorschub werden zehn Werte pro Dekade gewählt (also wieder ein logarithmischer Maßstab).

Wir geben zunächst den Grad des Zählerpolynoms n=0 ein und drücken Label A, dann wird der Zählerkoeffizient A_0 (=1EE20) eingelesen und die Taste R/S gedrückt. Jetzt wird der Nennergrad m=0 eingegeben und die Taste Label B gedrückt, anschließend geben wir den Nennerkoeffizienten B_0=1 ein und drücken die R/S-Taste. Die Eingabe der Leitungsdaten, der Start- und der Endfrequenz wurde bereits im ersten Programmteil beschrieben.

Es folgt nun die Eingabe der Leitungslänge. Die Startlänge (=2) wird eingegeben und Label E gedrückt, dann wird die Endlänge (=2) eingegeben und die Tastenfolge R/S, A', R/S gedrückt. Als letztes folgt die Eingabe der Anzahl der Werte, die pro Dekade berechnet werden sollen (=10). Jetzt drücken wir auf Label B' und starten das Programm, indem wir noch die Taste Label C' betätigen.

Ausgedruckt werden die aktuelle Länge und die aktuelle Frequenz sowie der Realteil des komplexen Eingangswiderstandes mit „RE" und dessen Imaginärteil (Blindwiderstand) mit „XE" in Ohm.

Die Zahlenwerte unseres Beispiels zeigen, daß bei etwa 20 MHz eine Serienresonanz vorliegt. Bei Frequenzen unter 20 MHz überwiegt kapazitives Verhalten (negatives Vorzeichen), bei 25 MHz dagegen induktives Verhalten.

```
                0. 00     N
              100. 18

                0. 00     M
                1. 00

                0. 00     R'
              370. -09    L'
                0. 00     G'
              102. -12    C'

                2. 00     L

               10. 06     F
           126.96-12      RE
           -61.87 00      XE

               13. 06     F
            85.72-12      RE
           -38.37 00      XE

               16. 06     F
           135.66-12      RE
           -21.01 00      XE

               20. 06     F
           117.58-12      RE
           -1.62 00       XE

               25. 06     F
           139.14-12      RE
            22.61 00      XE
```

Bild 4. Ein-/Ausgabeprotokoll des Rechenbeispiels für eine offene λ/4-Leitung

Kassettenverwaltung für den CBM

Mit dem Programm MENUE kann man eines von mehreren, auf einer Kassette gespeicherten Programmen schnell auffinden und laden. MENUE wird als erstes Programm auf der Kassette abgespeichert, danach die weiteren Programme. Deren Namen werden in Data-Statements im MENUE-Programm eingetragen. Um diese Programme nach dem Laden von MENUE durch schnellen Vorlauf finden zu können, werden auch die Vorlaufzeiten eingetragen, und zwar für jedes Programm die Zeit vom Anfang des Programms bis zum Ende des Bandes im schnellen Vorlauf. Die Zeitmessung ist mit den Programmzeilen 500–600 möglich.

Will man ein Programm auf dem Band laden, so lädt man zunächst MENUE und startet es. Dann wird das Inhaltsverzeichnis der Kassette auf dem Bildschirm gezeigt und die Nummer des gewünschten Programms erfragt. Nach Eingabe der Nummer gibt MENUE Anweisungen zur Bedienung des Recorders und hält nach schnellem Vorlauf kurz vor dem zu ladenden Programm an.

Die Aufnahme weiterer Programme ist auch später noch möglich, wenn noch Platz auf der Kassette ist. Man geht dazu im schnellen Vorlauf (s. o.) bis vor das letzte, bereits abgespeicherte Programm und setzt das Band mit VERIFY an das Ende dieses Programms. Danach kann das neue Programm aufgenommen werden. Titel und Vorlaufzeit müssen dann noch in das Programm MENUE eingetragen werden. Damit MENUE hierdurch nicht länger wird und das folgende Programm überschreibt, müssen vorher entsprechend viele DATA-Statements eingefügt sein, die man z. B. mit Sternchen füllt.

Die Vorlaufzeit läßt sich sehr genau einstellen. Nachdem sie gemessen und eingetragen ist, wird man die gemessene Zeit prüfen und ggf. korrigieren, indem man mit MENUE in schnellem Vorlauf bis vor das neu aufgenommene Programm spult und dann die Zeit bis zum Auffinden des Programms mißt. Als Richtwert für diese Zeit kann man zehn Sekunden nehmen. Das Verhältnis der Geschwindigkeiten im schnellen Vorlauf und beim normalen Abspielen liegt ungefähr bei 20.

Die Auflistung erklärt die Wirkung des Programms MENUE weitgehend. Für den praktischen Gebrauch wird man das Programm stark kürzen wollen. Die vorliegende Version ist für den CBM 3000 geschrieben. Für den CBM 2000 sind nur in drei Zeilen Änderungen erforderlich:

162 R = PEEK (241)-1
168 CS = 207 + R
172 AT = 525

Das Programm stellt auch selbständig fest, welcher Recorder benutzt wird, so daß jede Kassette auf beiden

```
100 REM *** MENUE ***
101 :
102 REM BEIM EINLESEN DES PROGAMMS
103 REM SOLLTEN BEMERKUNGEN UND UN-
104 REM NOETIGE LEERSTELLEN ENTFERNT
105 REM WERDEN. VARIABLENNAMEN SOLLTEN
106 REM AUF IHRE BEIDEN ANFANGSBUCH-
107 REM STABEN VERKUERZT WERDEN.
109 :
110 REM UEBERSCHRIFT:
111 U$="ARCHIV 5, KASSETTE 8, SEITE A
112 :
113 ZAHL=10: REM GESPEICHERTE FILES
114 :
115 REM KENNZEICHNUNG FILEART B/D/M:
116 REM B = BASICPROGRAMM
117 REM D = DATENFILE
118 REM M = MASCHINENSPRACHE-PGM
119 :
121 DATADISASSEMBLER 4.1 B,2320
122 DATAEDITOR 4.1       B,2060
123 DATAMERGE            M,1877
124 DATAREPEAT-FUNKTION  M,1791
125 DATAPSEUDO-RESET     M,1716
126 DATADUMP             M,1638
127 DATAARRAYDUMP        M,1559
128 DATATOOLKIT          M,1474
129 DATASCHACH           M,1255
130 DATARENUMBER         M,0693
131 DATA**************** D,0000
132 DATA**************** D,0000
133 DATA**************** D,0000
134 DATA**************** D,0000
135 DATA**************** D,0000
136 DATA**************** D,0000
137 DATA**************** D,0000
138 DATA**************** D,0000
139 DATA**************** D,0000
140 DATA**************** D,0000
159 :
160 REM WERTE DER VARIABLEN
161 :
162 R=PEEK(212)-1: REM AKTIVER REKORDER
163 :
164 CM=59411+ 45*R: REM CASSETTENMOTOR
165 ME=   53+154*R: REM MOTOR EIN
166 MA=   61+162*R: REM MOTOR AUS
167 :
168 CS=249+R  : REM CASSETTENSTEUERUNG
169 SE=52-51*R: REM STEUERUNG EIN
170 SA=0      : REM STEUERUNG AUS
171 :
172 AT=  158: REM REGISTER FUER ANZAHL
173 :        REM DER GEDRUECKTEN
174 :        REM TASTEN AM CBM
175 :
176 WAHR=255: REM FUER WAIT BEFEHL
177 :
178 D$="DRUECKE JETZT '"
179 F$="F.FWD"
180 S$="STOP"
181 A$="' AM REKORDER!"
182 :
200 PRINT: PRINT U$: PRINT
210 DIM N$(ZAHL), ZEIT(ZAHL)
220 :  FOR K=1 TO ZAHL: READ N$(K), ZEIT(K)
230 :  PRINT TAB(-(K<10)) K; N$(K): NEXT
240 INPUT "FILE-NUMMER"; K
250 IF K<1 OR K>ZAHL THEN 240
260 PRINT: PRINT K; N$(K)
270 IF PEEK(CS)=SA GOTO 300
280 :  PRINT D$S$A$: WAIT CS,WA,SE
290 :  PRINT"DANKE
300 PRINT D$F$A$: WAIT CM,MA,MA
310 T=TI+ZEIT(1)-ZEIT(K): PRINT "DANKE
320 IF TI<T THEN 320
330 POKE CS,SE: POKE CM,MA
340 PRINT D$S$A$: WAIT CS,WA,SE
350 PRINT "UND NUN LADEN.
360 END
497 :
498 REM ZEITMESSUNG
499 :
500 PRINT D$F$A$: PRINT "UND SOBALD";
510 PRINT " DAS BAND GANZ DURCHGESPULT
520 PRINT "IST, DIE LEERTASTE.
530 WAIT CM,MA,MA: T=TI
540 PRINT "OK. - ZEIT LAEUFT.
550 POKE AT,0: WAIT AT,1
560 T=TI-T: PRINT T
READY.
```

Jeweils ein Programm auf einer Kassette abzuspeichern ist sicher auch eine Methode, Ordnung zu halten – dieses MENUE-Programm stellt aber eine wesentlich wirtschaftlichere Lösung dar. Es wird jeweils am Anfang jeder Kassette aufgezeichnet

Recordern ohne Änderungen geladen werden kann.

Schließlich noch eine Bemerkung zum WAIT-Befehl: In Zeile 320 wartet WAIT CS, WA, SE bis der Inhalt von CS (Kassettensteuerung) von SE (Steuerung ein) verschieden ist, also den Wert SA (Steuerung aus) annimmt. Die Form WAIT CS, SA wartet zwar i. a. bis (CS) AND SA von Null verschieden ist, sie kann aber hier wegen SA = 0 nicht benutzt werden. Übrigens hat WAIT A, B für A = 6502 die überraschende Wirkung, daß B-mal MICROSOFT! auf den Bildschirm geschrieben wird. Dr. Harald Lindner

Zusätzliche Speicherplätze beim SR-52

Bekanntlich hat der SR-52 nur 20 Speicherplätze (von R 00 bis R 19); dazu kommen noch 224 Programmschritte – so steht es wenigstens im SR-52-Handbuch. Um so überraschter war der Verfasser eines Tages, als er zufällig in einem seiner Programme die Befehle STO 90 und ein Stück weiter RCL 90 vorfand; ein Programmierfehler, denn es hätte STO 09 bzw. RCL 09 heißen sollen. Erstaunlicherweise funktionierte das Programm trotzdem!

Weitere Nachforschungen ergaben folgende „neue" Eigenschaften: Der SR-52 akzeptiert alle im Handbuch beschriebenen Speicherfunktionen (STO.., RCL.., EXC.., SUM.., IND STO.. usw.) auch mit den Adressen 70 bis 99, d. h. es existieren zusätzlich zu den bekannten Speichern 00 bis 19 noch weitere 30 Speicher. Davon werden R 70 bis R 97 innerhalb und R 98 sowie R 99 außerhalb des Programmspeichers abgelegt. Diese 30 Speicher sind mit CMs (= Clear Memories) *nicht* löschbar

Sichtbar werden die Speicherinhalte – außer mit RCL... – durch Umschalten des Rechners auf LRN, und zwar nimmt R 70 die Plätze 000 bis 007, R 97 die Plätze 216 bis 223 ein.

STO 97 ergibt mit x=1.234567654321 E 78 folgende Programmspeicherbelegung:

223	222	221	220	219	218	217	216	= Speicherplatz
12	34	56	76	54	32	17	80	= Speicherinhalt
			Mantisse			Exp.		

Know-how unter Wert verkauft

Die Mikrocomputer-Welle rollt. Immer mehr und immer kleinere Unternehmen entdecken, daß sie Produktions- und Verwaltungsabläufe mit Computern rationalisieren können. Gleichzeitig fallen die anfangs oft drastisch überhöhten Hardware-Preise. Dies bedeutet aber auch: Hersteller und Händler können nicht länger soviel Aufwand bei der Individualberatung des Einzelkunden treiben, wie dies im Zeitalter der Hardware-Mondpreise wirtschaftlich durchaus noch vertretbar war. Der Bedarf an anwenderspezifischer Software steigt und steigt. Professionelle Dienstleistung auf diesem Gebiet durch Softwarehäuser oder beratende Ingenieurbüros ist oftmals schwierig zu bekommen und dann in aller Regel sehr teuer: Stundensätze über 180 Mark wurden bezahlt! In dieser Situation entsinnen sich mehr und mehr (durchweg kleinere) Anwender der „Halbprofis" und Hobbyisten.

Von einem Generalimporteur für ein ausländisches Computersystem weiß man, daß seine „Software-Abteilung" aus einer Handvoll stundenweise entlohnter Studenten einer benachbarten Fachhochschule besteht. In einem rheinischen Chemie-Werkchen steuert ein PET den Ablauf gewisser Routine-Laboruntersuchungen und führt darüber Protokoll. Das Programm stammt von einem Hobbyisten, den der Firmenchef per Zufall kennenlernte. Ein mittelständischer Werbeverlag am Neckar fertigt Adressenaufkleber mit Hilfe eines ITT-2020. Autor des Programms: Ein Stuttgarter Gymnasiast.

Was ist von derlei Programmiererei im Nebenjob zu halten? Profis, wie zum Beispiel beratende Ingenieure, rümpfen die Nase, wenn sie davon hören, und sprechen dann gern von „Schwarzarbeit". Es ist nicht immer Futterneid, was solche unfreundlichen Kommentare hervorruft. Wie man hört, haben durch Dilettanten gefertigte Programme in einigen Fällen durchaus zu bösen Überraschungen geführt: Etwa dann, wenn sie gewartet werden sollten, der Autor längst entschwunden war und sein Nachfolger einen schier unentwirrbaren Statement-Salat vorfand. Die Chance, derartige Entdeckungen machen zu müssen, ist bei Dilettanten-Arbeit allemal höher als bei Profi-Programmen.

Auf der anderen Seite sind ein abgeschlossenes Informatik-Studium und jahrelange Erfahrung als Softwaremann auf Anlagen der mittleren Datentechnik durchaus kein Garantieschein dafür, daß der Mann optimal mit den Möglichkeiten eines Mikro-Computers umgehen kann. Ein gewissenhafter Hobbyist, der sein Maschinchen durch und durch kennt, mag hier dem Profi oftmals überlegen sein.

Was nun das böse Wort „Schwarzarbeit" angeht, so ist es schlicht als eine Art von Greuelpropaganda einzustufen. Rechtlich bestehen gegen die Programmentwicklung im Nebenjob nämlich keinerlei Hindernisse, solange sie als „freiberufliche wissenschaftliche Tätigkeit" erfolgt und die Einnahmen ordnungsgemäß versteuert werden.

Als problematisch erscheint hingegen, daß sich viele Nichtprofis bei der Annahme derartiger Aufträge aus Unkenntnis oder Bescheidenheit oft kräftig übers Ohr hauen lassen. Während der Unternehmer mit Hilfe der betreffenden Software vielstellige Summen pro Jahr einspart, geben sich viele Nebenjob-Programmierer mit dem Stundenlohn einer Raumpflegerin oder weniger zufrieden: Weil sie nicht wissen, daß auch ein Stundensatz von beispielsweise 50 Mark noch ein gutes Geschäft für den Auftraggeber wäre – routinierte und schnelle Qualitätsarbeit natürlich vorausgesetzt.

Solange die Nachfrage nach Programmierleistung gegenüber dem Angebot noch so deutlich überwiegt wie in diesen Tagen, sollten sich Nebenjob-Programmierer davor hüten, ihr Know-how unter Wert zu verkaufen. In Stuttgart haben sich unlängst einige dergestalt tätige nebenamtliche Programmierer getroffen und beschlossen, ihre Stundensätze abzustimmen und in etwa an jenen Summen zu orientieren, wie sie heutzutage von Auto-Reparaturwerkstätten in Rechnung gebracht werden. Wie man hört, seien ein paar Auftraggeber daraufhin abgesprungen, weil diese offenbar weiterhin Geschäfte auf der Basis „zehn Stunden Arbeit gegen einen Karton Disketten" vorzogen, aber, so heißt es dazu weiterhin, durch die Mehreinnahmen aufgrund der neuen Regelung seien diese Auftragsverluste bereits nach wenigen Wochen ausgeglichen gewesen. Ein Beispiel, das zu denken geben sollte.

Hans-Georg Joepgen

Die letzte Ziffer (hier 0) enthält die Information über die Vorzeichen von Mantisse und Exponent:

Mant.	Exp.	Ziffer
+	+	0
−	+	2
+	−	4
−	−	6

Belegter Programmspeicherplatz in Abhängigkeit von der Speicher-Nr. XX: 1. Platz = (XX − 70) · 8, letzter Platz = (XX − 70) · 8 + 7

Für das Arbeiten mit dem SR-52 hat dies alles einige praktische Folgen, die nicht im Handbuch beschrieben sind:

Es ist eine Datenspeicheraufteilung in Bereiche möglich, die mit CMs löschbar bzw. nicht löschbar sind. Beispiel: Bei der Berechnung einer linearen Regression werden die dazu nötigen Summen in den Speichern R 01 bis R 06 gebildet, die Ergebnisse in R 97 bis R 99 gespeichert. Für eine neue Rechnung werden mit CMs die Speicher R 01 bis R 06 gelöscht, während die Ergebnisse der neuen Rechnung mit denen der vorherigen Rechnung in R 97 bis R 99 verglichen werden können. Daten können zusammen mit Programmen auf Magnetkarten gespeichert bzw. geladen werden. Beispiel: Ein Statistik-Programm für die Normalverteilung enthält 12 Konstanten mit zusammen 107 Stellen. Einschließlich der STO-XX-Befehle ergibt dies 143 Tastenbetätigungen von Hand oder – im Programm untergebracht – 143 Programmschritte. Für das umfangreiche Programm selbst bleibt da nicht mehr viel Platz übrig! Speichert man dagegen diese 12 Konstanten in den Registern R 86 bis R 97, werden nur 96 Programmspeicherplätze belegt.

Die Speicherung von vielstelligen Konstanten in Registern und deren Aufruf während der Rechnung beeinflussen besonders bei Iterationsverfahren auch die Rechengeschwindigkeit: RCL 90 STO 01 benötigt ca. 120 Millisekunden;
1.234567890 STO 01 dagegen ca. 180 Millisekunden.

Vorsicht ist jedoch beim Programmieren geboten: Einfügen (INS) und Löschen (DEL) von Programmschritten verschieben natürlich auch die Konstanten bzw. Daten in R 70 bis R 97; R 98 und R 99 bleiben dagegen unbeeinflußt.

Rolf Englert

```
0200 A9 54 8D 12
0204 A4 A9 00 8D
0208 34 A4 20 F0
020C E9 A2 00 20
0210 46 02 A9 00
0214 8D 15 01 20
0218 53 ED CA 8E
021C 15 A4 BD 16
0220 01 D0 EF E8
0224 BD 16 01 20
0228 7A E9 E8 E0
022C 06 D0 F5 BD
0230 16 01 C9 0D
0234 D0 08 A2 17
0238 20 46 02 4C
023C 12 02 A2 12
0240 20 46 02 4C
0244 12 02 BD 55
0248 02 F0 06 20
024C 7A E9 E8 D0
0250 F5 20 F0 E9
0254 60 43 41 53
0258 53 45 54 54
025C 45 20 43 4F
0260 4E 54 45 4E
0264 54 53 00 2E
0268 54 58 54 00
026C 2E 4F 42 4A
0270 00 20 41 55
010C 4C 00 02 5A
```

Bild 2. Hexadezimales Programmlisting für das Auflisten von Kassetteninhalten

Kassetten-Listing mit AIM-65

Das hier beschriebene Programm erstellt eine Liste der auf einer Kassette gespeicherten Files, die im AIM-65-Text- oder Objektformat vorliegen (vgl. User Manual Appendix F). Zusätzlich zum File-Namen druckt das Programm den Suffix „.OBJ", wenn ein Objekt-File gefunden wurde, und „.TXT" bei Basic- oder Source-Files. Für die Vergabe von File-Namen bedeutet das eine Erleichterung: Source- und Objekt-Code dürfen den gleichen Namen haben. *Bild 1* zeigt einen Musterausdruck.

Verfolgt man während des Auslistens das Zählwerk des Kassetten-Recorders, so kann man den Beginn des jeweiligen Files festhalten. Der File-Name wird gedruckt, nachdem der erste Block eingelesen wurde; deshalb liegt der physikalische Anfang etwa einige Zählwerkeinheiten davor. Damit kann z. B. ein neues Verzeichnis geschrieben werden, wenn ein Recorder mit anderem Zählwerk verwendet werden soll.

```
<C>
CASSETTE CONTENTS
HIPAS.TXT
LOPAS.TXT
MUSI1.OBJ
BACH1.OBJ
PLOT .TXT
PLOT .OBJ
PLOTA.TXT
PLOTB.TXT
PLOTS.TXT
SYMTB.TXT
SYMTB.OBJ
EPROM.TXT
EPROM.OBJ
SYSRT.TXT
SYSRT.OBJ
PLOTD.OBJ
DIRY .TXT
DIRY .OBJ
```

Bild 1. Beispielausdruck mit dem AIM-65: Inhalt einer Kassette. Der Start erfolgt mit Taste F1, abgebrochen wird mit Reset

Nicht lesbare Blöcke führen zu einer unkommentierten Fehlermeldung, Bandstop und Rücksprung zum Monitor. Durch Drücken der Taste „F1" nimmt das Programm nach der fehlerhaften Stelle seine Arbeit wieder auf – wie beim ursprünglichen Start.

Bild 2 enthält das Listing des Programms. Es wird mit der F1-Taste gestartet, lädt „T" als Input Device in INFLG, Tape Unit 1 in TAPIN und druckt den Kopf des Listings. In Anlehnung an die Monitor-Routine LOADTA ($E32F) wird ein Block von der Kassette in den Tape-Buffer gelesen. Dies wiederholt sich so lange, bis der Anfang eines Files gefunden wurde (Block Nr. 0). Den Beginn des Tape-Buffers nach Einlesen von Block 0 zeigt *Bild 3*.

Nachdem der File-Name ausgedruckt ist, prüft das Programm das auf den Namen folgende Byte. Es enthält $0D („CR"), wenn es sich um einen Objekt-File handelt.

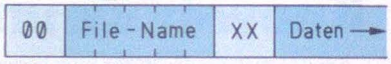


Bild 3. Anfang des „Tape-Buffers" nach dem Einlesen des ersten Blocks einer File. „XX" enthält bei Objekt-Files ein CR-Zeichen (hex 0D)

Nachdem das Listing-Programm geladen wurde, legt man die zu prüfende Kassette in den Recorder 1, spult sie zurück und stellt das Zählwerk auf Null. Der Drucker wird eingeschaltet und das Programm mit der F1-Taste gestartet, anschließend der Recorder auf Wiedergabe geschaltet. Jeweils beim Ausdruck eines File-Namens kann der Zählwerkstand notiert werden. Die Nummer des gerade eingelesenen Blockes wird vom Display angezeigt; so läßt sich auch die Länge der Files festhalten. Nach einem nicht lesbaren Block bleibt die Kassette mit einer Fehlermeldung „ERROR" stehen; das Listing kann anschließend mit F1 weitergeführt werden. Mit der Reset-Taste wird es beendet. (Anm. d. Red.: Objektprogramme, die mit dem in [1] veröffentlichten Kopierprogramm dupliziert wurden, werden fälschlich mit „TXT" ausgegeben. Dies liegt am Kopier-, nicht am Auflist-Programm. Ein Programm, das die gespeicherten Adressenbereiche von Objekt-Files auflistet, findet sich in [2].)

Dipl.-Ing. Georg J. Praml

Literatur

[1] AIM kopiert Kassetten. FUNKSCHAU 1980, Heft 16, S. 90.

[2] AIM-Directory. Sonderheft „Programme für Kleincomputer und Taschenrechner". Franzis-Verlag, München.

Dipl.-Ing. Jörg Zschocke

Oszilloskop als Mikroprozessor-Display

Für den Mikroprozessor-Anfänger sind die zahlreichen Kits, die heute auf dem Markt angeboten werden, eine preisgünstige Möglichkeit, sich praxisnah in die Materie einzuarbeiten. Diese Kits enthalten in der Regel für die Eingabe eine Sedezimaltastatur und für die Ausgabe sechs Siebensegment-Anzeigen zur Darstellung einer Speicheradresse und des Speicherinhaltes. Diese Anzeige ist nicht sehr komfortabel.

Wenn man sich nicht gleich ein Videodisplay zu einem Lehrsystem leisten kann, aber zu einem Oszilloskop Zugang hat, so stellt die folgende Schaltung einen guten Kompromiß dar. Sie bildet Sedezimalzahlen auf dem Oszilloskopschirm ab.

Punktmatrix zur Zeichendarstellung

Mit dem hier vorgestellten Gerät können bis zu 128 Zeichen geschrieben werden, und zwar acht Zeilen zu je 16 Zeichen. Jedes Zeichen wird aus einer Punktmatrix aufgebaut, die aus 5 × 8 =40 Punkten besteht (*Bild 1*). Die Reihenfolge, in der der Elektronenstrahl die Punkte auf dem Schirm erzeugt, ist in Bild 1 durchnumeriert. Der Strahl bleibt allerdings nur an den Positionen hell, die zu dem angelegten Zeichen gehören. Auf allen anderen Positionen wird er zwar der Reihe nach abgelenkt, er bleibt aber dunkel gesteuert.

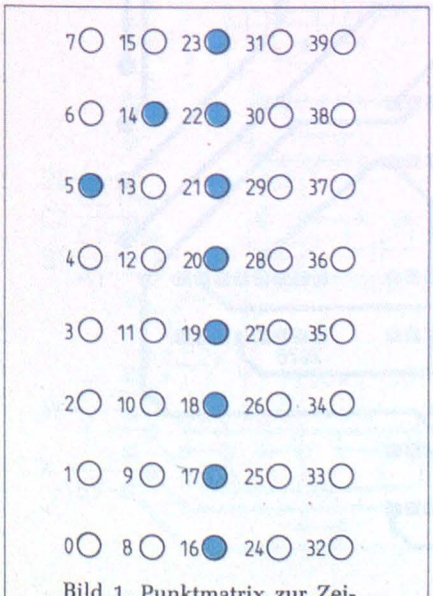


Bild 1. Punktmatrix zur Zeichendarstellung, hier am Beispiel der Ziffer 1

Bild 2 zeigt die Gesamtschaltung. IC5 erzeugt die Taktimpulse. Damit das Auge ein stehendes Bild wahrnimmt, müssen alle 128 Zeichen mindestens 25 mal pro Sekunde geschrieben werden. Da jedes Zeichenfeld aus 40 Punkten aufgebaut ist, ergibt sich für die Frequenz des Taktgenerators: $f = 40 \cdot 128 \cdot 25 = 128$ kHz (1).

Die Taktimpulse gelangen auf den Zähler IC1, der als Modulo-8-Zähler [2]arbeitet und damit für die acht Zeilen eines Zeichens zuständig ist. Nachdem die jeweils acht Punkte einer Spalte geschrieben sind, gibt IC1 einen Impuls ab, der den Zähler IC2 weiterschaltet. IC2 arbeitet als Modulo-5-Zähler und ist damit für die fünf Spalten eines Zeichens zuständig. Nach 40 Taktimpulsen springt IC2 auf Null zurück. Die dabei am D-Ausgang entstehende Impulsflanke schaltet den Zähler IC3 weiter. IC3 arbeitet als Modulo-16-Zähler und ist für die 16 Zeichen einer Zeile zuständig.

Der D-Ausgang von IC2 ist nach außen geführt (CA1). Er bildet die Interrupt-Leitung für den Mikroprozessor. Jedesmal, wenn auf dieser Leitung ein Signal erscheint, muß der Mikroprozessor den nächsten Speicherplatz adressieren und das dem abzubildenden Zeichen entsprechende Bitmuster an die Eingänge A, B, C, D der Schaltung legen.

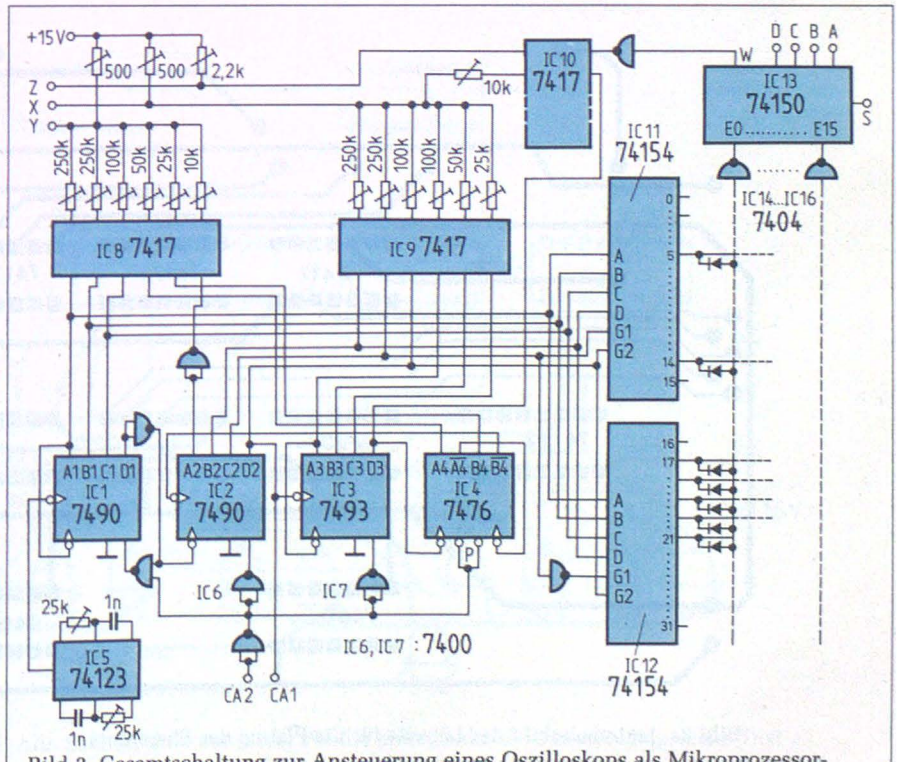


Bild 2. Gesamtschaltung zur Ansteuerung eines Oszilloskops als Mikroprozessor-Display. Die Diodenmatrix ist nur angedeutet

IC4 arbeitet zusammen mit dem Flipflop A von IC2 als Modulo-8-Rückwärtszähler und ist für die acht Zeilen des Bildes zuständig. Ein Rückwärtszähler ist in diesem Fall notwendig, damit der Strahl in der linken oberen Ecke des Schirmes mit dem Schreiben beginnt.

Auswertung der Zählerausgänge

Zunächst steuern die Ausgänge der Zähler über Verstärker ein Widerstandsnetzwerk an, welches die gewünschte Strahlablenkung in X- und in Y-Richtung bewirkt. IC8 und IC9 sind Treiberverstärker (Buffer) mit offenen Kollektoren [3], die ebenfalls an + 5 V Versorgungsspannung arbeiten, deren Ausgangsspannung im H-Zustand aber maximal 15 V betragen kann. Die Schaltung benötigt also + 15 V, welche gleichzeitig das Massepotential für das Oszilloskop darstellt. An den X- und Y-Anschlüssen der Schaltung entsteht ein treppenförmiges Signal. Die Stufenhöhe der Treppen ist mit den Trimmpotentiometern einstellbar.

Außerdem sind die Ausgänge der Zähler IC1 und IC2 noch mit den Bausteinen IC11 und IC12 verbunden, die hier als Demultiplexer arbeiten. Wie bereits erwähnt, sind die Zähler IC1 und IC2 für die 40 Punkte eines Feldes zuständig. Für die Treppenkurve und damit für die Strahlablenkung werden auch alle 40 Zählerzustände verwendet, für die Bildung der jeweiligen Ziffer aber nur vier Spalten und sieben Zeilen. Damit kommt man mit zwei Demultiplexern aus, und die dunkel bleibende fünfte Spalte dient als Trennung zwischen den Zeichen. Das Bitmuster, welches an den Ausgängen A1, B1, C1, B2 und C2 ansteht, kann man als binäre Adresse des jeweiligen Punktes ansehen, welche die zu dem betreffenden Punkt gehörende Ausgangsleitung des Demultiplexers anwählt.

Während der ersten beiden Spalten eines Zeichens schaltet Ausgang C2 von IC2 über den Strobeeingang G1 den Demultiplexer IC11 ein, während der letzten beiden Spalten wird IC12 aktiviert. Während die 28 Punkte geschrieben werden, hält Zählerausgang D2 die Strobeeingänge G2 auf Null. Damit arbeiten IC11 und IC12 als Demultiplexer, deren Ausgänge der Reihe nach auf Null gehen.

Diese Ausgänge werden nun für jedes Zeichen entsprechend ausgewertet. Dies geschieht durch eine Diodenmatrix, deren Spalten auf einen Multiplexer (IC13) führen. Zu jeder Ziffer gehört eine Spalte. Die Spalte ist über Dioden mit denjenigen Demultiplexerausgängen verknüpft, die zu den hell zu steuernden Punkten der Ziffer gehören. Die Dioden bilden also ein UND-Gatter. Im Bild 2 ist dies am Beispiel der Ziffer 1 gezeigt. Beim Beschreiben des 40-Punkte-Zeichenfeldes werden durch die Demultiplexer und die Diodenmatrix jedesmal alls 16 Sedezimalzahlen generiert. Über den Multiplexer IC13 kann man nun das jeweils gewünschte Zeichen auswählen, indem man an dessen Adreßeingänge das entsprechende Bitmuster anlegt – zur Darstellung der Ziffer 1 also das Bitmuster 0001. Nur Spalte 1 ist in diesem Fall mit dem Ausgang verbunden. Ausgang W wird invertiert und steuert dann über einen Verstärker den Z-Eingang des Oszilloskops an (Helligkeitsmodulation). Der Verstärker ist notwendig, weil zur Helligkeitssteuerung ein größerer Spannungshub erforderlich ist.

Aufbau auf Europakarten

Die gesamte Schaltung ist auf zwei beidseitig beschichteten Karten im Europaformat untergebracht. *Bild 3* zeigt beide Leiterbahnseiten des Steuerteils, *Bild 4* den zugehörigen Bestückungsplan. Die Platine des Zeichengenerators zeigt *Bild 5*, in *Bild 6* ist der entsprechende Bestückungsplan wiedergegeben. Die Karten müssen nicht durchkontaktiert sein. Der Aufbau ist unkritisch, wenn die Bestückung nach den Bildern 4 und 6 sorgfälltig vorge-

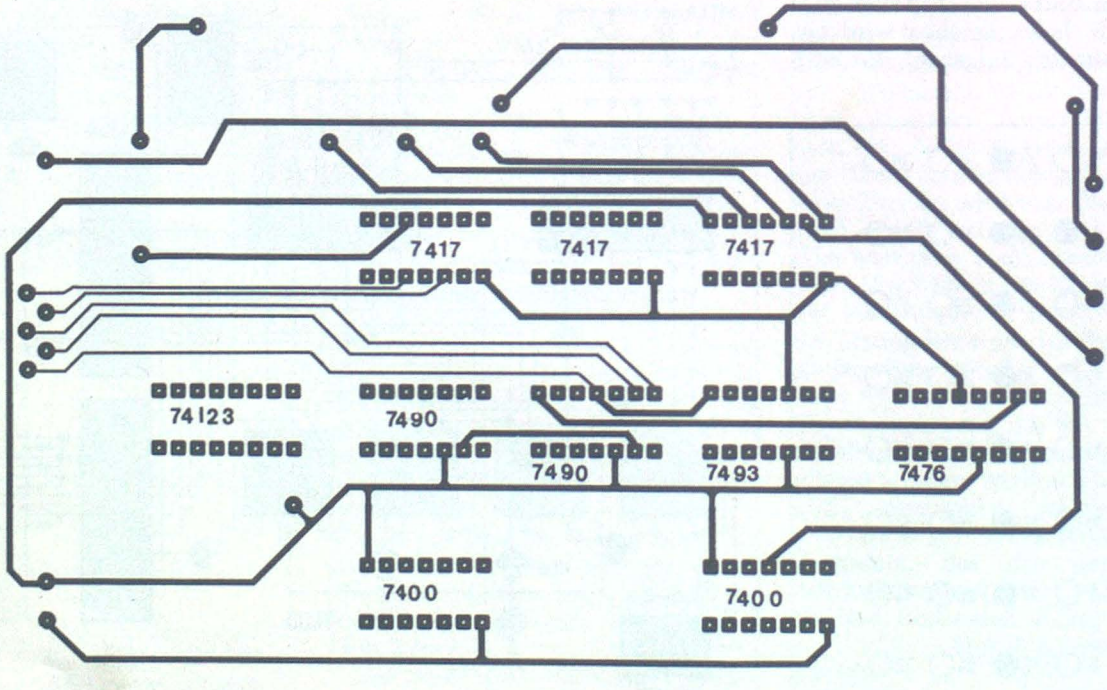


Bild 3a. Leiterbahnbild der Lötseite für die Platine des Steuerteils

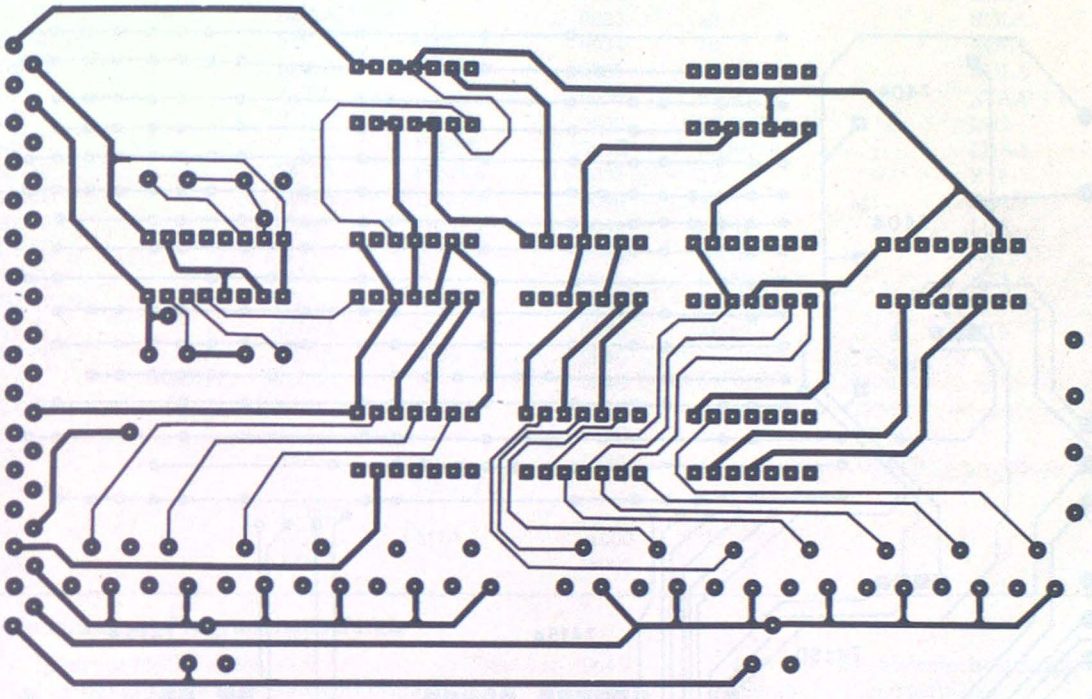


Bild 3b. Leiterbahnen auf der Bestückungsseite der zweiseitigen Platine des Steuerteils

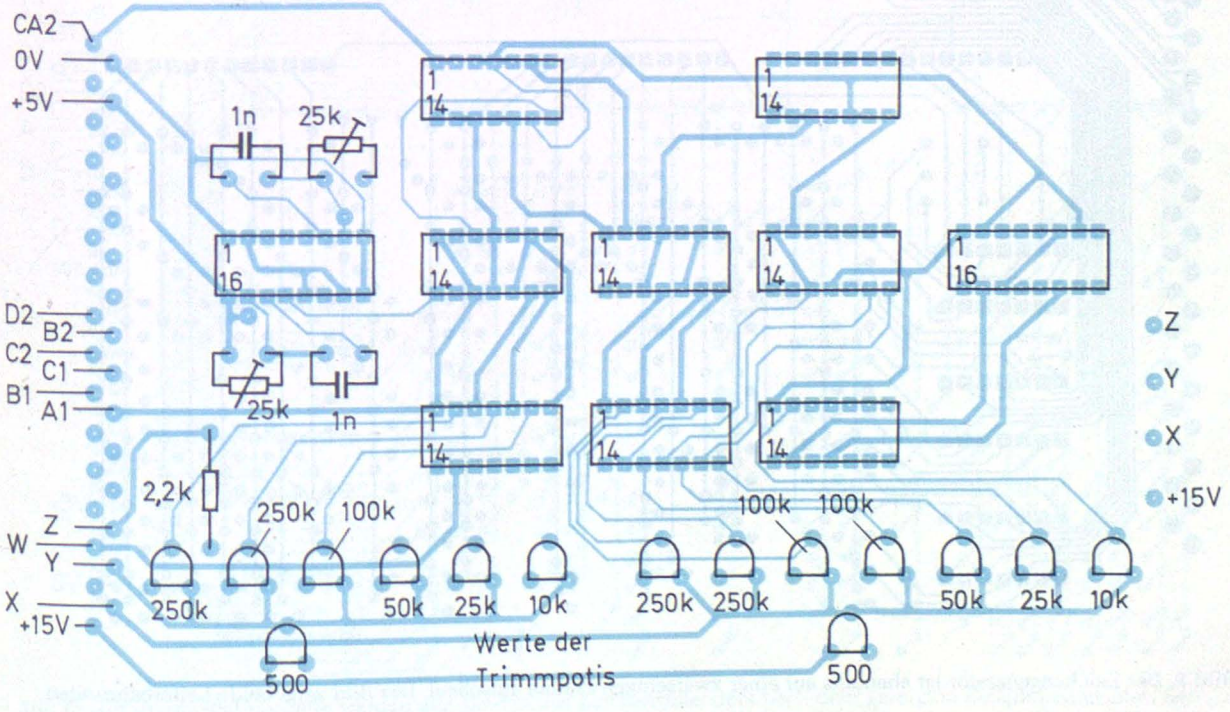


Bild 4. Bestückungsplan für das Steuerteil. Alle Bauteile sind auf dieser Platine untergebracht. IC-Bestückung: siehe Text

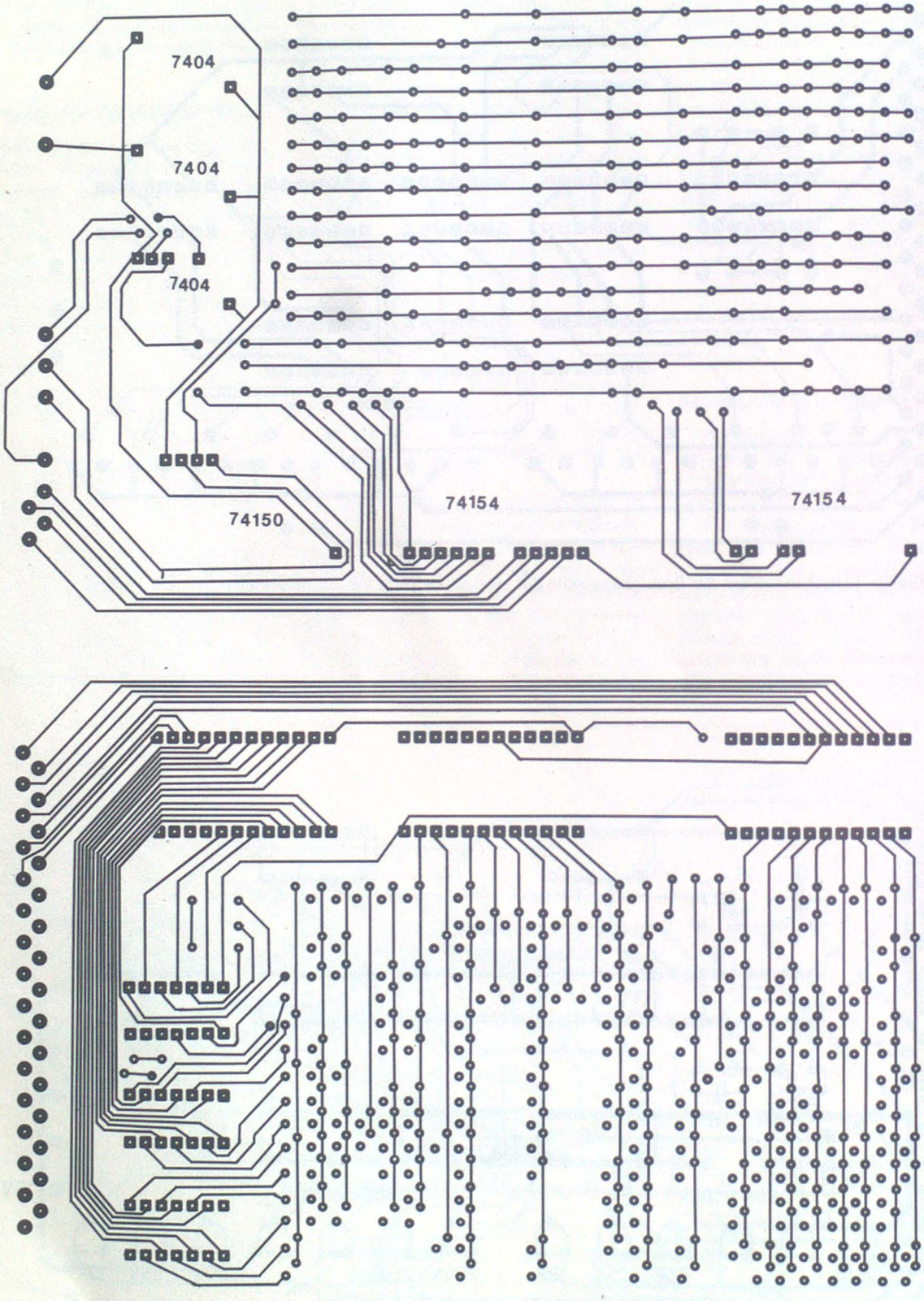


Bild 5. Der Zeichengenerator ist ebenfalls auf einer zweiseitigen Platine aufgebaut. Das Bild zeigt beide Leiterbahnseiten

Tabelle 1: Programm zur Zeichendarstellung auf dem Oszilloskop

0000	0F		SEI		002E	DE 4F		LDX	TEMP4
0001	86 FF		LDAA	FF	0030	A6 00		LDAAX	00
0003	B7 80 04		STAA	8004	0032	49		ROLA	
0006	86 3F	BILD	LDAAF		0033	49		ROLA	
0008	B7 80 05		STAA	8005	0034	49		ROLA	
000B	D6 4E		LDAB	TEMP3	0035	49		ROLA	
000D	58		ASBL		0036	B7 80 04		STAA	8004
000E	5C		INCB		0039	7C 00 50		INC	TEMP5
000F	96 4C		LDAA	TEMP1	003C	B6 80 04		LDAA	8004
0011	97 4F		STAA	TEMP4	003F	3B		RTI	
0013	96 4D		LDAA	TEMP2	0040	59	M1	ROLB	
0015	97 50		STAA	TEMP5	0041	DE 4F		LDX	TEMP4
0017	DE4F		LDX	TEMP4	0043	A6 00		LDAAX	00
0019	A6 00		LDAAX	00	0045	B7 80 04		STAA	8004
001B	B7 80 04		STAA	8004	0048	B6 80 04		LDAA	8004
001E	86 37		LDAA	37	004B	3B		RTI	
0020	B7 80 05		STAA	8005	004C		TEMP1		MSB
0023	5A	NEXTF	DECB		004D	–	TEMP2		LSB
0024	27 E0		BEQ	BILD	004E	–	TEMP3		
0026	0E		CLI		004F		TEMP4		MSB
0027	3E		WAI		0050		TEMP5		LSB
0028	20F9		BRA	NEXTF					
002A	56		RORB						
002B	25 13		BCS	M1	A000	00			
002D	59		ROLB		A001	2A			

Tabelle 2: Die einzelnen Programmabschnitte

0000	Interrupt-Maske setzen	004D	LSB Der Speicherbereich-Anfangsadresse
0001	PIA initialisieren (A-Seite als Ausgang)	004E	Anzahl der Speicherplätze
0024	Endlosschleife des Hauptprogramms	004F	MSB der Indexregister-Ablage
0027	Auf Interrupt warten	0050	LSB der Indexregister-Ablage
002A	Beginn des Interrupt-Programms	A000	MSB der Interrupt-Anfangsadresse
004C	MSB der Speicherbereich-Anfangsadresse	A001	LSB der Interrupt-Anfangsadresse

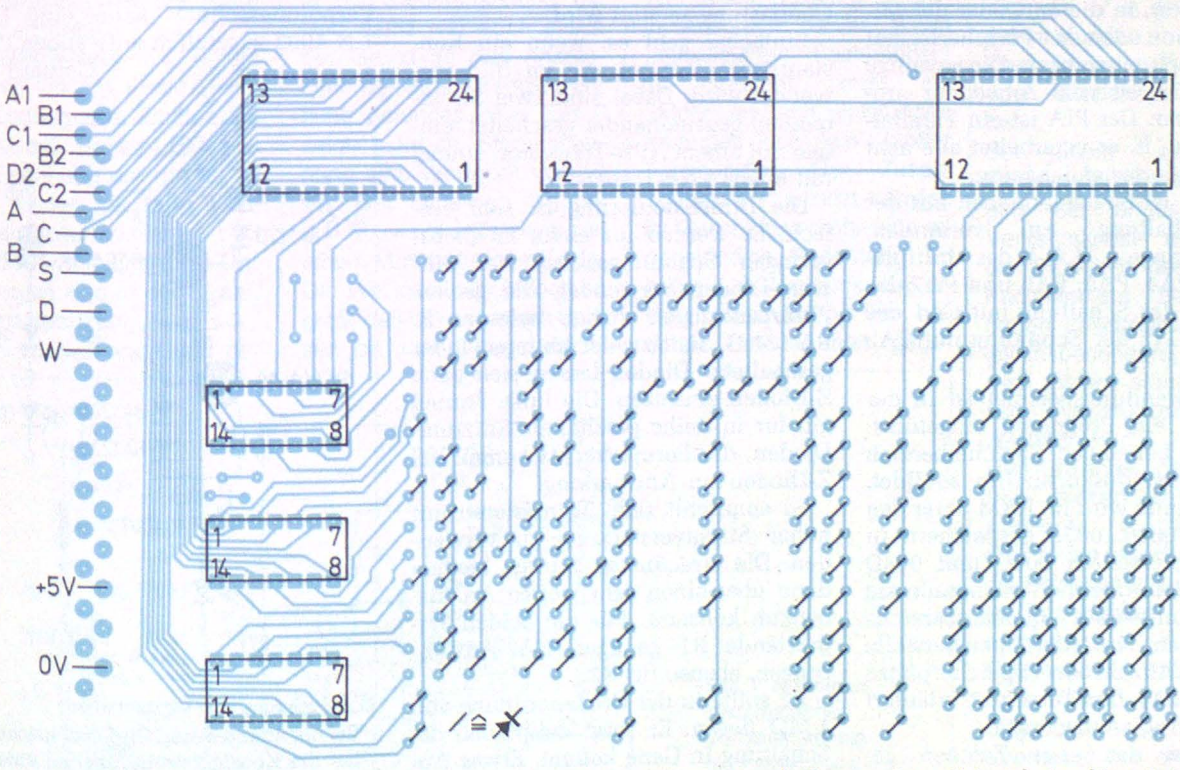


Bild 6. Auf dieser Platinenseite werden alle Dioden des Zeichengenerators nach dem gezeigten Beispiel eingelötet. Bei der Bestückung der Platine mit den ICs ist sorgfältig auf die Pinbezeichnungen auf der Platine zu achten.

nommen wird. Dabei ist darauf zu achten, daß die ICs anhand der Pinbezeichnungen auf den Platinen-Layouts jeweils auf der richtigen Seite der Platine eingesetzt werden. Alle 210 Dioden sind Universal-Si-Dioden, z. B. 1N4148.

Bei der Inbetriebnahme setzt man die Zähler der Reihe nach ein und stellt die Punkt-, Zeichen- und Zeilenabstände mit den entsprechenden Trimmpotentiometern ein.

Mit den beiden 500-Ω-Potentiometern kann man die Größe des Gesamtbildes einstellen. Anschließend wird jede Ziffer durch Anlegen des entsprechenden Bitmusters an den Multiplexer überprüft. Auf dem ganzen Schirm erscheint dann natürlich das gleiche Zeichen.

Anschluß an Prozessor

Zur Verwendung der Schaltung als Anzeigemodul für ein Mikroprozessorsystem sind sechs Leitungen herausgeführt: vier Datenleitungen, auf denen das jeweilige Zeichen übertragen wird, und zwei Steuerleitungen.

Das Zusammenwirken zwischen Mikroprozessor und Anzeigemodul wird am Beispiel des Mikroprozessors-Kits MEK 6800 D2 erklärt. Das 6800-System besitzt einen sogenannten Interface-Baustein, den PIA (Peripheral Interface Adapter) MC6820 [4]. Er enthält mehrere Register, unter anderem zwei Ausgangsregister, in die entweder der Mikroprozessor oder das Peripheriegerät Daten einschreiben kann. Die jeweilige Arbeitsweise ist vom Anwender programmierbar. Der PIA ist ein Parallelinterface; d. h. er verarbeitet alle acht Bit eines Wortes gleichzeitig.

Der PIA ist folgendermaßen mit der Anzeigeschaltung zu verbinden: Adreßeingänge A, B, C, D des Multiplexers mit PA4, PA5, PA6 und PA7 des PIA. CA1 der Schaltung mit CA1 des PIA und CA2 der Schaltung mit CA2 des PIA.

Als Anwendungsbeispiel ist in der *Tabelle 1* ein Programm aufgeführt, das einen beliebigen Speicherbereich auf dem Oszilloskopschirm abbildet. Das Programm wird im RAM unter den Adressen 0000...0050 gespeichert. In den Speicherstellen 004C und 004D muß der Benutzer die Anfangsadresse des abzubildenden Speicherbereichs einschreiben, in die Speicherstelle 004E die Anzahl der Speicherplätze (maximal 64). Die Tabelle 2 erläutert wichtige Programmschritte.

Nachdem das erste Zeichen geschrieben ist, erscheint an CA1 ein Impuls, der über die Interruptleitung den Mikroprozessor dazu veranlaßt, den nächsten Speicherplatz anzuwählen und dessen Inhalt in den Interface-Baustein zu schreiben. Von dort kann er durch die Schaltung ausgelesen werden. Wenn die gewünschte Anzahl der Zeichen erreicht ist, gibt der Mikroprozessor über die CA2-Leitung einen Reset-Impuls ab, welcher sämtliche Zähler zurücksetzt und damit den Strahl wieder in eine definierte Anfangsposition bringt. Da sich das Programm in einer Endlosschleife befindet, beginnt das Schreiben von neuem. Das Programm wird über die Sedezimaltastatur des Kits eingegeben.

Literatur

[1] Das TTL-Kochbuch. Texas Instruments, Seite 107.

[2] Das TTL-Kochbuch. Seite 131.

[3] The TTL Data Book for Designe Engineers. Texas Instruments.

[4] Applications Manual. Motorola Semiconductors.

Stichworte zum Inhalt

Sedezimaltastatur, Punktmatrix Mikroprozessor-Kit MEK 6800 D2, PIA-Baustein.

Schaltungskniff

Konstantstrom-Zweipol

Leuchtdioden sollen bekannterweise mit einem konstanten Strom betrieben werden, im Gegensatz zu Glühlampen, die für gleichbleibende Helligkeit eine konstante Spannung benötigen. Wenn nun LEDs über einen Widerstand an einer sich stark ändernden Spannungsquelle betrieben werden sollen, kommt es zu Komplikationen.

Bei einem Betriebsstrom von 20 mA an 5 V muß der Vorwiderstand 180 Ω/¼ W betragen, bei 24 V dagegen 1,2 kΩ und etwa 1 W. Man kann nun einen Widerstand wählen, der dazwischen liegt – mit dem Nachteil, daß die LED bei der kleinsten Spannung schon recht dunkel wird und bei der größten Spannung unter Umständen durch Überlastung zerstört wird.

Einfacher geht es, wenn ein Konstantstrom-Zweipol wie im Bild verwendet wird. Dabei sind zwei Stromquellen gegeneinander geschaltet, einmal mit einem NPN-Transistor, einmal mit einem PNP-Transistor.

Die Dimensionierung ist sehr einfach. Es werden für einen möglichst geringen Spannungsabfall vier Silizium-Dioden verwendet, die genaue Flußspannungen haben wie z. B. BA 127 D. Statt zweier hintereinander geschalteter Dioden lassen sich auch Z-Dioden einsetzen. Die linke Formel gilt für in Reihe geschaltete Silizium-Dioden, die Formel rechts kommt bei Z-Dioden zur Anwendung.

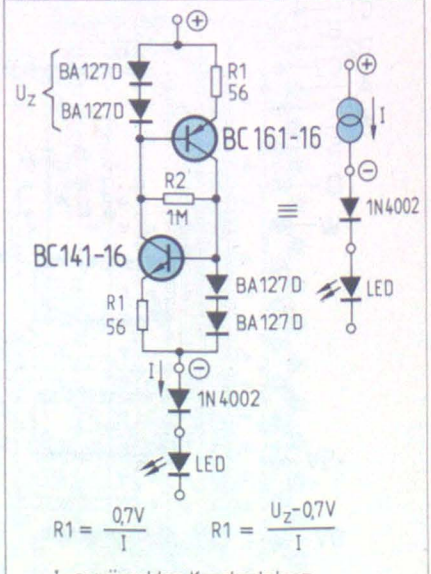
Es empfiehlt sich, Transistoren mit hoher Stromverstärkung zu verwenden. Die errechneten Ströme bleiben dann über einen sehr weiten Arbeitsbereich konstant. Für die beiden Widerstände R1 genügen ¼-W-Ausführungen, ebenso für R2.

R2 sollte in der Größenordnung von 1 MΩ liegen. Er sorgt dafür, daß die Schaltung in Gang kommt. Etwas Augenmerk ist auf die zulässige Verlustleistung der beiden Transistoren zu richten. In der angegebenen Dimensionierung müssen noch keine besonderen Kühlmaßnahmen ergriffen werden. Bei der maximalen Betriebsspannung von 60 V entstehen etwa 0,8 W Verlustleistung, die je zur Hälfte von beiden Transistoren verkraftet werden muß.

Die untere Grenze für eine einwandfreie Funktion liegt bei etwa 4...5 V. Die Schaltung wurde zur Überwachung der Ausgangsspannung einer einstellbaren Spannungsquelle verwendet im Bereich von 5...42 V. Die LED sollte nur die Anwesenheit der Spannung anzeigen und im Kurzschlußfall ausgehen.

Die Schaltung läßt sich sehr kompakt aufbauen und z. B. anstelle eines Widerstandes in eine Platine oder ein Gerät einbauen. Wer noch Wert legt auf Verpolungsschutz, kann eine Diode 1 N 4002 zusätzlich aufwenden.

Gerhard Haas



I = gewünschter Konstantstrom

Bei der angegebenen Dimensionierung hat der Konstantstrom-Zweipol einen Arbeitsbereich von 4...60 V. Der Strom beträgt über den gesamten Bereich etwa 13 mA, die maximale Verlustleistung 0,8 W

Kontrast zu schwach

Ein Farbfernsehgerät wurde mit der Fehlerangabe „flaues Bild" zur Reparatur gebracht.

Die Überprüfung bestätigte die Beanstandung, der Kontrast war gering und ließ sich mit dem Kontrasteinsteller nicht verändern.

Das FBAS-Signal am Ausgang des Zf-Verstärkers war in Ordnung, Chrominanz- und Luminanzsignal am Ausgang des Farbart- und Leuchtdichteverstärkers IC 810 (TBA 560 C) waren nur andeutungsweise vorhanden (*Bild 1*). Die Spannungswerte an den Anschlüssen des TBA 560 C stimmten mit dem Schaltbild überein, lediglich an Pin 2 betrug die Spannung konstant 2,2 V (Sollwert 3 bis 4 V je nach Stellung des Kontrasteinstellers R 1466).

Die Spannung am Pin 2 wird mit dem Kontrastpotentiometer eingestellt, parallel dazu ist der Transistor T 552 geschaltet, der im Falle zu hohen Strahlstromes die Spannung absenkt.

Zur Einkreisung des Fehlers trennte ich am Punkt B die Verbindung zum Emitter des T 552 auf. Danach ließ sich die Spannung am Pin 2 / IC 810 wieder mit dem Kontrasteinsteller variieren, und das Bild war in Ordnung. Der Fehler lag also in der Strahlstrombegrenzung.

Nach Wiederherstellung der Verbindung zum Emitter des T 552 kontrollierte ich die Spannungen an den zur Strahlstrombegrenzung gehörigen Transistoren T 551 und T 552. Die Werte sind in Bild 1 eingetragen. Die Basisspannung des T 551 entsprach mit + 2 V dem Sollwert laut Schaltbild, ebenso lag (bei Strahlstrom = 0) die Steuerspannung U_A für die Strahlstrombegrenzung mit + 4 V in der Nähe des Sollwertes von + 4,4 V. Weitere Spannungsangaben fehlten im Schaltbild. Anhand der gemessenen Werte war ersichtlich, daß T 551 nicht leitend werden und somit T 552 nicht durchsteuern kann, solange die Emitterspannung des T 551 nicht in die Nähe von 1,5 V absinkt. Trotzdem floß ein Strom, der z. B. an R 555 einen Spannungsabfall von 1,8 V hervorrief. Ich überprüfte die Transistoren T 551, T 552, die dazugehörigen Widerstände und Kondensatoren und konnte keine fehlerhaften Teile feststellen. Nun schaltete ich das Gerät wieder ein und oszillografierte die Steuerspannung U_A. Und damit war auch gleich der Grund für das Ansprechen der Strahlstrombegrenzung gefunden. Wie *Bild 2* zeigt, hatte die Steuerspannung eine Welligkeit von 10 V_{ss}. Der Mittelwert lag bei + 4 V, wie bereits zuvor mit einem Multimeter gemessen. Die Welligkeit war jedoch so groß, daß die negativen Spitzen bis zum 0-Pegel reichten, die dann auch T 551 und T 552 durchschalteten und eine Reduzierung der Spannung an Pin 2 des TBA 560 C bewirkten.

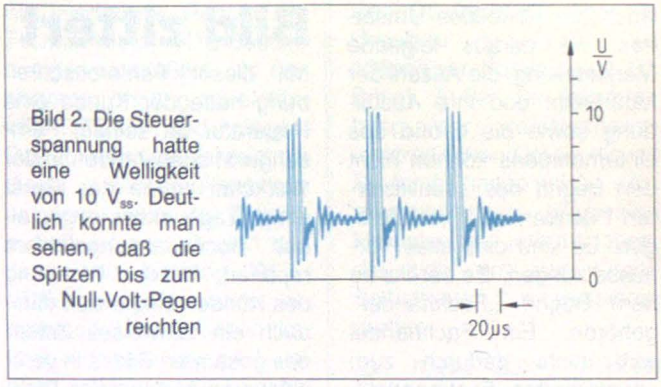


Bild 2. Die Steuerspannung hatte eine Welligkeit von 10 V_{ss}. Deutlich konnte man sehen, daß die Spitzen bis zum Null-Volt-Pegel reichten

Ursache war der Kondensator C 506 (4,7 µF), der seine Kapazität verloren hatte. Nach Ersatz des Elkos hatte die Steuerspannung nur noch eine Welligkeit von 0,3 V_{ss}, und das Gerät spielte wieder einwandfrei.

Karl Müller

Hohe Anforderungen

Wer in der Werbung für sich in Anspruch nimmt, einen „qualifizierten Fachhandel" zu betreiben, muß ein „Mehr" an Serviceleistungen erbringen als ein bloßer Fachhändler. Der Zusatz „qualifiziert" besitzt nämlich im Geschäftsverkehr eine eigenständige Bedeutung. Er bringt zum Ausdruck, daß eine Unterscheidung von anderen Unternehmen gegeben ist, die in irgendeiner Weise meßbar oder sachlich überprüfbar ist und sich in den Leistungen niederschlägt. Die angesprochenen Verkehrskreise verstehen unter Fachhandel ein spezialisiertes Unternehmen, das über ein einschlägiges Sortiment einer Branche verfügt und sich hinsichtlich der fachlichen Beratung seiner Kunden durch geschultes Personal auszeichnet. Danach muß sich ein Fachhändler von anderen auf diesem Gebiet tätigen Händlern insoweit unterscheiden, daß er über besondere Marktkenntnisse hinsichtlich der Produkte auf dem Sektor verfügt, die er in der Beratung seiner Kunden sowie bei Reklamationen, Reparaturen oder ähnlichem umsetzen kann.

Bei einem „qualifizierten Fachhandel" erwarten dagegen die angesprochenen Verkehrskreise einen über die Fähigkeit des üblichen Fachhändlers herausgehobenen Leistungsstand. Dies gilt insbesondere, wenn auf dem Gebiet ständig technische Neuerungen zu verzeichnen sind.

Die Tatsache, daß ein Betrieb sieben verschiedene Angebote machen kann, rechtfertigt jedoch noch nicht die Bezeichnung „qualifizierter Fachhandel". Es gehört nämlich zum Wesen des Fachhandels, daß verschiedene Waren einer Branche angeboten werden. Wer überhaupt nur einen Artikel anbietet, darf sich nicht einmal als Fachhandel bezeichnen. Derjenige ist dann allenfalls ein Vertragshändler.

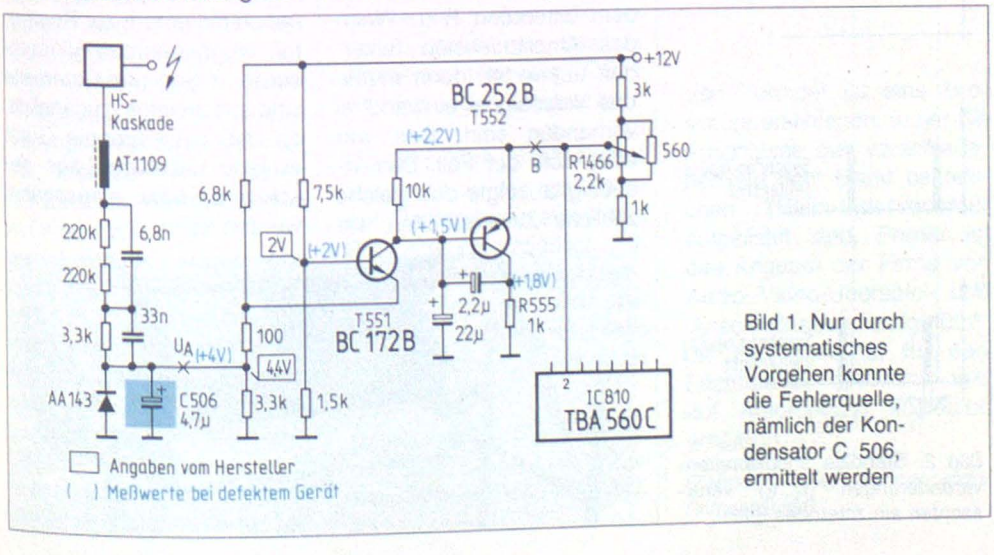


Bild 1. Nur durch systematisches Vorgehen konnte die Fehlerquelle, nämlich der Kondensator C 506, ermittelt werden

Auch die Höhe des Umsatzes, die daraus folgende Marktstellung, die Anzahl der Mitarbeiter und ihre Ausbildung sowie die Größe des Unternehmens können nicht den Begriff des „qualifizierten Fachhandels" rechtfertigen. Es sind dies alles Voraussetzungen, die bereits zu dem Begriff „Fachhandel" gehören. Ein Fachhandel wird nicht dadurch zum „qualifizierten Fachhandel", daß eine bestimmte Grenze des Umsatzes überstiegen oder eine bestimmte Zahl an Mitarbeitern erreicht wird. Auch die Größe eines Unternehmens spielt dabei keine Rolle. Die Ausbildung der Mitarbeiter auf dem jeweils neuesten Stand der Technik ist überhaupt ein Merkmal für den Fachhandel selbst. Die Verkehrskreise erwarten von jedem Fachhandel, daß sich der Ausbildungsstand auf dem neuesten Stand der Technik befindet.

Schließlich gehört auch ein Service zum Fachhandel und rechtfertigt nicht die Bezeichnung „qualifizierter Fachhandel". Es gehört auch nicht zu den Obliegenheiten des Fachhandels, und es wird auch nicht vom Fachhandel erwartet, daß dieser von ihm vertriebene Waren handwerklich verändert. Der Fachhandel vertreibt eben die Waren und berät hierbei seine Kunden nach dem neuesten Stand der Technik. Von den Verkehrskreisen wird nicht vorausgesetzt, daß der Fachhandel darüber hinaus die von ihm vertriebenen Objekte handwerklich verändert. Auch von einem „qualifizierten Fachhandel" werden derartige Tätigkeiten nicht erwartet, denn auch er treibt Handel. Davon unberührt bleibt freilich die Reparatur der Objekte, d. h. die Wiederherstellung in einen betriebsbereiten Zustand; das ist typische Aufgabe des Fachhandels.

Diese Auffassung hat das Oberlandesgericht Frankfurt im Urteil vom 11.9.1980 – 6 U 62/80 – vertreten. Dr. O.

Bild zittert

Mit dieser Fehlerbeschreibung hatte der Kunde eine Reparatur an seinem Fernsehgerät beanstandet. In der Werkstatt wurde das Gerät einige Tage vorher wegen eines Hochspannungsfehlers repariert. In der Wohnung des Kunden zeigte sich dann auch ein zeitweises Zittern des gesamten Bildes in vertikaler und horizontaler Richtung, diese Fehlererscheinung trat in unregelmäßigen Abständen und unabhängig von der Betriebstemperatur und von Erschütterungen auf. Nach optischer Überprüfung des Chassis und nach einigen (erfolglosen) Messungen der Versorgungsspannungen konnten wir unsere Ratlosigkeit nur noch mit der Begründung verbergen, daß wir ohne oszillografische Messungen bei der Fehlersuche nicht weiterkommen könnten.

In der Werkstatt mußten wir erst einmal ermitteln, ab welcher Stufe diese Störungen in Erscheinung traten. Dabei gingen wir zunächst einen Irrweg, und da solche Fehler sicherlich jedem Kollegen passieren können, möchte ich gern dieses Reparaturproblem zur Diskussion stellen.

In der Annahme, daß die Synchronisierimpulse störungsüberlagert sind, wurde am Ausgang des Amplitudensiebes der erste Kanal des Oszilloskops angeschlossen und die Zeitbasis mit diesem Impuls synchronisiert. Mit dem zweiten Eingang wurde das Videosignal sichtbar gemacht. Es ist ja möglich, daß das Amplitudensieb aus dem Videosignal die Synchronimpulse nicht richtig auswertet. Tatsächlich zeigte sich auch eine zeitliche Verschiebung des Synchronimpulses im direkten Zusammenhang mit dem zitternden Bild. Wenn das Amplitudensieb fehlerhaft auswertet, dann müßte das Videosignal einwandfrei vorhanden sein. Das war aber nicht der Fall. Das Videosignal zeigte das gleiche zeitliche Zitterverhalten wie der Ausgangsimpuls des Amplitudensiebes. Alte Hasen unter Ihnen haben sicher schon erkannt, wie unsere Fehlmessung entstand, die uns einige Stunden erfolglose Sucharbeit im Zf-Verstärker einbrachte. Wir hatten nämlich die Zeitbasis des Oszilloskops mit dem fehlerhaften Synchronimpuls des Amplitudensiebes synchronisiert. Durch diese Fehleinstellung veränderte sich auch die Darstellung des Videosignals. Hätten wir das Oszilloskop mit dem Videosignal synchronisiert, dann wäre ein fehlerhaftes Verhalten des Amplitudensiebes leicht nachweisbar gewesen. Die Fehlerursache wurde dann auch schnell ermittelt.

Transistor T 301 (*Bild1*) hatte an Stromverstärkung verloren und „rauschte" außerordentlich stark, dieses Rauschen machte sich als Impulsbreitenzittern bemerkbar (siehe hierzu *Bild 2*).

Claudio Wegelin

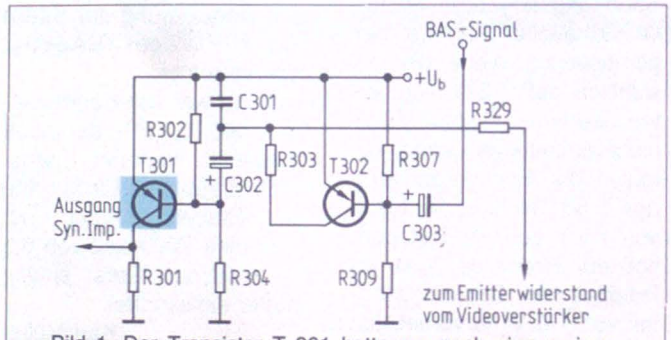


Bild 1. Der Transistor T 301 hatte nur noch eine geringe Stromverstärkung und rauschte sehr stark; die Folge waren Impulsbreitenveränderungen der Synchronimpulse

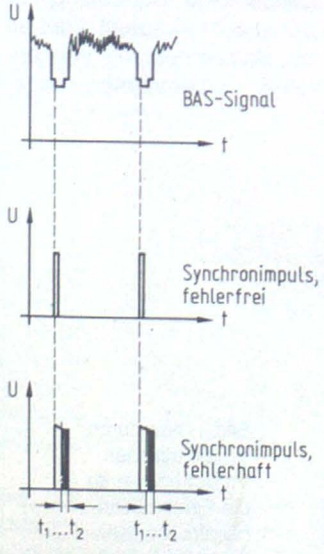
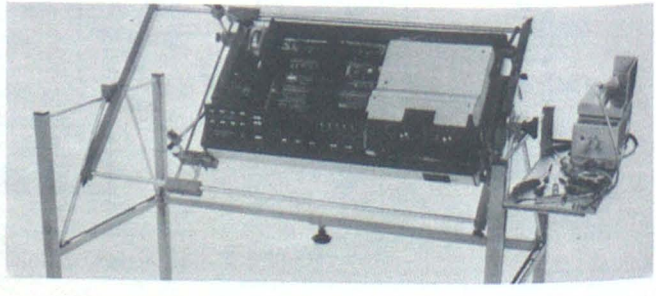


Bild 2. Ständige Impulsbreitenveränderungen ($t_1 \ldots t_2$) verursachten ein zitterndes Bild

Reparaturrahmen in neuer Ausführung

Zu einem ganzen Arbeitsplatz wird der Reparaturrahmen Pfiffikus von Bernstein durch eine auf Rollen verschiebbare Rahmenaufnahme. Das *Bild* zeigt die Kombination mit einem zur Reparatur eingespannten Videorecorder. Ober- und Unterseite sind problemlos zugänglich, da das eingespannte Gerät in jede beliebige Lage geschwenkt bzw. eingespannt werden kann.



RCA hat ein **Photomultiplier-Handbuch** von Dr. Ralph W. Engstrom herausgebracht. Das 180 Seiten umfassende Buch ersetzt das bekannte Photomultiplier-Manual PT-61 und behandelt Theorie, Aufbau und Anwendung von Fotovervielfachern. Es ist eine wertvolle Hilfe für Wissenschaftler, Studenten und Techniker in der Industrie.
Das Buch ist in englischer Sprache abgefaßt und kann unter der Bezeichnung „PMT-62" bezogen werden. Die Schutzgebühr beträgt 15 DM einschl. MwSt. und Versandspesen.

(Enatechnik, Schillerstraße 14, 2085 Quickborn)

□

Für den europäischen Markt für elektronische Bauteile hat der britische Verlag Mackintosh Publications Limited die zweite Auflage des **European Electronic Component Distributor Directory 1980/81** herausgebracht – ein Verzeichnis von Firmenvertretungen auf den vier größten europäischen Märkten: Frankreich, der Bundesrepublik, Italien und Großbritannien. Praktisch ist der Leitfaden für Käufer und Hersteller, die Vertretungen suchen. Nach Aussage des Verlags findet auf dem Vertriebssektor ein so rascher Wandel hinsichtlich der Gründung neuer Firmen, Adressenänderungen, neuer Lizenzvergaben und Liquidationen statt, daß gegenüber der 1979 veröffentlichten ersten Auflage über 75 % der Eintragungen neu sind, darunter ein 20prozentiger Anstieg der Zahl der Verkaufsstellen auf rund 1200.
Der Leitfaden erfaßt jetzt auch das leitende Verkaufspersonal und mit 36 Produktkategorien fast doppelt soviel wie zuvor. Neu aufgenommen wurden u. a. Mikroprozessor-Entwicklungssysteme und die Faseroptik. In den vier Ländern gibt es insgesamt 138 Lieferanten für Mikrowellenbauteile, 158 für Hybridbauteile, 134 für Meßwertgeber, 190 für Kabel und Zubehör, 89 für Knöpfe und Skalenscheiben, 108 für Ferrite und 117 für Filter. Erfaßt sind sämtliche Halbleiter und passive Bauteile, darunter lineare und digitale IC, Speicher, Mikroprozesoren, Transistoren, Dioden, Leistungsbauelemente, Kondensatoren, Verbinder, Relais, Widerstände, Schalter und Transformatoren, von mehr als 3000 Herstellern.

Der Leitfaden enthält außerdem eine Liste von annähernd 4000 Bauteile-Herstellern in aller Welt, die von der Europäischen Raumfahrtbehörde zusammengestellt wurde, sowie eine viersprachige Aufzählung aller Produkte.

(Mackintosh Publications Limited, PO Box 28,. Luton LU1 5DB, England)

□

Matthey Printed Products stellen eine Broschüre vor, die vollständige Angaben über ihre Reihen von **Video- und Impuls-Laufzeitketten** enthält. Diese finden Verwendung, wo die genaue Zeitregelung der Signale in Farbfernsehstudios, Außenübertragungsstellen und internen Fernsehanlagen gefordert ist. Die Matthey-Video-Laufzeitketten sind mit Pal-, NTSC- und Secam-Systemen vereinbar. Die Impuls-Laufzeitketten besitzen Anstiegszeiten, die CCIR-Empfehlungen entsprechen.

Die Broschüre umfaßt Geräte zusätzlich zu den vorhandenen Reihen sowie auch neue Produkte einschließlich 19-Zoll-Einschubeinrichtungen mit Verzögerungszeiten zwischen 10 und 2460 ns. Diese können entweder fest sein oder regulierbar.

(Matthey Printed Products Limited, William Clowes Street, Burslem, Stoke-on-Trent, ST6 3AT, UK)

Als anerkannte Regeln der Technik sind VDE-Bestimmungen unerläßlich für den sicheren Umgang mit elektrischen Geräten und Anlagen. Das vollständige Verzeichnis dieser Sicherheitsnormen auf dem Gebiet der Elektrotechnik ist zum Beginn des Jahres als **Katalog '81 – VDE-Vorschriftenwerk** erschienen. Dieser Gesamtkatalog wird jeweils zum 1. Januar, aktualisierte Ergänzungskataloge werden zum 1. April und 1. Oktober eines jeden Jahres erscheinen.
Der VDE-Katalog '81 beinhaltet in deutscher und englischer Sprache alle zur Zeit gültigen, vom Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) e. V. herausgegebenen und vom VDE-Verlag, Berlin, vertriebenen VDE-Bestimmungen.
Zur besseren Übersicht gliedert sich der Gesamtkatalog in die Verzeichnisse aller VDE-Bestimmungen und -Entwürfe, aller in die englische, französische und spanische Sprache übersetzter VDE-Bestimmungen, der deutschen Übersetzungen von IEC- und CEE-Publikationen, aller CB-Bulletins und der VDE-Schriftenreihe.
Format des VDE-Kataloges '81: DIN A5; 118 Seiten; Schutzgebühr 7,50 DM (bei Abnahme größerer Auflagen Mengenrabatt); Bestell-Nummer 300 090.

(VDE-Verlag, Bismarckstraße 33, 1000 Berlin 12)

□

Von Zehnder ist eine Broschüre erschienen, in der die Anschlüsse der verschiedenen auf dem Markt befindlichen Heim-Videorecorder aufgelistet sind. Ferner ist das Angebot der Firma von Audio-/Video-Überspiel- und -Anschlußkabeln aufgeführt. Die Broschüre ist für den Fachhandel bestimmt und auf Anforderung kostenlos erhältlich.

(Zehnder, 7741 Tennenbronn/Schwarzwald)

Das **DS-Digital-System** im Orgelbau beschreibt ein 108seitiger Katalog von Dr. Böhm. Außer der Beschreibung der verschiedenen elektronischen Orgeln dieses Systems finden sich viele wissenswerte allgemeine Hinweise und Informationen, die nicht nur den Orgel-Selbstbauer interessieren dürften.

(Dr. Rainer Böhm, Postfach 2109, 4950 Minden)

□

Auf 34 Seiten gibt der **Service-Helfer 7** von Gorenje Körting den Fachhandels-Partnern eine Palette aktueller Werkstatt-Informationen. Es sind auch die Fehlersuch-Fahrpläne für das Farbfernseh-Chassis 9 aufgenommen worden.

(Körting, Postfach 1120, 8217 Grassau)

□

Der Kurzkatalog **Transformatoren 1980/81** vermittelt einen Überblick über die Standard-Bauformen des Transformatorenprogramms. Alle Netztransformatoren sind mit getrennten Spulenkörpern für Primär- und Sekundärwicklungen aufgebaut. Durch diese Art der Konstruktion werden die von den Approbationsstellen geforderten Luft- und Kriechstrecken immer eingehalten und somit ein Höchstmaß an Sicherheit gewährleistet.
Die aufgeführten Vorzugstypen sind Beispiele aktueller Ausführungsformen, die nicht als Lagertypen, sondern bei genügend großer Stückzahl aus der Großserienfertigung geliefert werden.
Erstmalig wurden in diesem Kurzkatalog auch universell verwendbare Drosselspulen, Treiber- und Strommeß-Transformatoren aufgenommen, die besonders gut für den Einsatz in Schaltnetzteilen geeignet sind.

(Artikelgruppe Audio- und Video-Bauteile, Produktgruppe Transformatoren, Postfach 1440, 6330 Wetzlar)

Neue Druckschriften

Von semac electronics gmbh, Darmstadt ist der **Kurzformkatalog der Firma Simpson electric** erhältlich. Dieser Katalog ist viersprachig gedruckt und informiert in englischer, französischer, spanischer und deutscher Sprache über das komplette Lieferprogramm der Firma Simpson.
Interessenten erhalten diese Schrift kostenlos:

(semac electronics gmbh, Pallaswiesenstraße 63, Postfach 4345, 6100 Darmstadt)

□

Auf 730 Seiten ist das neue Datenbuch **„Opto-Halbleiter"** von Siemens angewachsen. Leuchtdioden für sichtbares und unsichtbares Licht, LED-Displays, Fotodioden, Fototransistoren und Fotowiderstände sind einige der Stichworte aus dem Inhaltsverzeichnis, die vertraut anmuten. Ebenso sind Solarelemente für die fotovoltaische Energiegewinnung und Optohalbleiter für Lichtwellenleiter erstmals im neuen Datenbuch mit eigenen Rubriken vertreten. Ausführliche technische Erläuterungen werden auf nahezu 80 Seiten vermittelt. Das Datenbuch 1981/82 „Opto-Halbleiter" kostet 14 DM und kann unter der Bestellnummer B/2320 bezogen werden.

(Siemens Bauteile Service, Postfach 146, D-8510 Fürth-Bislohe)

Der 100seitige **Katalog Labor- und Datentechnik** ist kostenlos bei Neumüller Meßtechnik erhältlich. Er gibt eine umfassende Übersicht über das gesamte Lieferprogramm der Abteilung Labormeßgeräte. Außerdem beinhaltet er auch Komponenten und Meß- und Prüfgeräte für Mikrowellentechnik, laborunabhängige Kleingeräte für alle Serviceaufgaben und registrierende Geräte zum Aufzeichnen von Meßdaten und Funktionen. Des weiteren findet man darin einen Auszug aus der Gruppe Datentechnik.

Dieser Katalog ist wichtig für alle, die ein Labor ausstatten wollen und ist ein guter Ratgeber für die Lösung meßtechnischer Probleme. Der Katalog ist nach Gruppen geordnet und hat am Anfang ein alphabetisches Inhaltsverzeichnis. Außerdem ist dem Katalog eine Preisliste beigefügt, die den Preis für jedes Standardgerät (bei komplexen Systemen oder bei Geräten mit umfangreichen Optionen den Grundpreis) angibt.

(Neumüller Meßtechnik, Eschenstraße 2, 8028 Taufkirchen)

□

Erstmals ist von Reten-Akustik ein umfassender **Katalog über Lärmschutzmaterialien** lieferbar. Dies ist einer der ersten Kataloge, die sich ausschließlich mit dem Lärmschutz befassen. Er enthält eine Vielzahl von Materialien für den aktiven und passiven Schallschutz. Auf insgesamt 16 Seiten sind z. B. schalldämmende und schallabsorbierende Materialien, Mehrschichtensysteme, Antidröhnmaterialien, Lärmschutzwände, Lärmschutzvorhänge, Schallschutzhauben etc. dargestellt. Außerdem werden in einem Anhang schalltechnische Hinweise als Einarbeitung in die Grundlagen des Schallschutzes gegeben.
Dieser Katalog ist kostenfrei.

(Reten-Akustik, Am Taubenberg 5, 6270 Idstein)

□

Die verstärkten Aktivitäten der Vacuumschmelze GmbH (VAC) auf dem Gebiet der **kundenspezifischen Formteile** aus weichmagnetischen Werkstoffen dokumentieren sich nun auch in dem neuen **Firmenblatt M 049.** Es beschreibt die Fertigungsmöglichkeiten und Werkstoffe von pulvermetallurgisch hergestellten Sinterformteilen.

Das Augenmerk wird dabei auf die besondere Bedeutung einer verfahrensgemäßen Formgebung gerichtet, da für die Formteile nicht nur Maßgenauigkeit gewünscht wird, sondern insbesondere auch gute magnetische Eigenschaften. Sinterformteile werden durchweg nach Kundenzeichnungen hergestellt. VAC kann für Erprobungszwecke kurzfristig rohr-, zylinder- und quaderförmige Rohlinge in einigen gängigen Abmessungen aus Standardwerkzeugen zur Verfügung stellen. Verwendung finden die auf dem Sinterwege hergestellten Formteile aus Magnetlegierungen hauptsächlich in allen Arten von elektromechanischen Wandlern, so z. B. in Druckköpfen von peripheren Datenausgabegeräten, in Meßsystemen sowie Proportionalventilen und Steuerungen.

(VAC, Postfach 109, 6450 Hanau)

□

Die Dr. R. Seitner, Meß- und Regeltechnik, Herrsching, stellt einen zwölfseitigen **Übersichtskatalog über kundenspezifizierte Telemetrieanlagen** (Helatronik) vor. Der Katalog beschreibt u. a. eine Reihe von Telemetrie-Bausteinen, mit denen Meßprobleme mit Standardsystemen oder in modifizierter Ausführung gelöst werden können.

Der Katalog steht auf Anforderung kostenlos zur Verfügung.

(Dr. R. Seitner, Meß- und Regeltechnik, Postfach 11 55, 8036 Herrsching a. Ammersee 1)

Funkschau

Impressum, Fortsetzung von Seite 12

Anzeigen Auslandsvertretungen:
Schweiz: Exportwerbung, Neptunstraße 20, CH-8032 Zürich, Tel.: 01-47 46 90, telex 53 327 – **United Kingdom:** Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1 HF, phone: 01-3 85 77 23, telex: 919 223 almilon – **Japan:** International Media Ltd., 1, Shiba-Kotohiracho, Minatoku, Tokyo, phone: 502-06 56, telex: J 22 633 – **Korea:** International Marketing Corp., C.P.O. Box 6533, Seoul, Korea, phone: 74 75 35 – **USA:** INTA Advertising, Inc., 1560 Broadway, New York, N. Y. 10036, phone: (212) 575-92 92 – California: Elmatex international, P.O. Box 34 607, Los Angeles, Calif. 900 34, Tel. (2 13) 8 21-85 81.

Bezug Auslandsvertretungen:
Dänemark: Jul. Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87.– **Niederlande:** De Muiderkring N. V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21. – **Österreich:** Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerlingstr. 1. – **Schweiz:** Verlag Thali AG, Hitzkirch (Luzern), – **Frankreich:** Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, F-75010 Paris.

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.
Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.
Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 1981 Franzis-Verlag, München

Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.

Für Bauanleitungen, Schaltungen und Programme in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. Entwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte, Schaltungen und Programme mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten, Programm-Listings usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.

Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.